Geologie

Die geo-hydrologischen Verhältnisse des Gebietes der Baumberge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der naturwissenschaftlichen Doktorwürde

der

Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Westfälischen Wilhelms-Universität

zu Münster in Westfalen

vorgelegt von

Hans Schneider

aus Bielefeld.

1938

BONN 1940

Druckerei Hch. Ludwig in Bonn

Dekan: Herr Prof. Dr. K r a t z e r.

B e r i c h t e r s t a t t e r :

Herr Prof. Dr. S c h u h

Herr Prof. Dr. W e h r l i.

UNIV. LEIDEN BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 29. und 31. Oktober 1938.

Decheniana, Band 100 A	Seite 187—228	Bonn 1940

Die geo-hydrologischen Verhältnisse des Gebietes der Baumberge.

Von **Hans Schneider** (Bielefeld).

(Eingereicht am 19. 12. 39: Druckauftrag erteilt am 20. 5. 40)

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Vorwort 3
Einleitung 4

Teil I.

Das Klima 5
a) Temperatur 5
b) Luftfeuchtigkeit (relative Feuchtigkeit) 7
c) Niederschläge 8
Zusammenfassung

Teil II.

Geologische Übersicht 10
a) Emscher 10
b) Untersenon 11
c) Das untere Obersenon 12
d) Das obere Obersenon 13
e) Die diluvialen Bildungen 14
f) Der tektonische Bau 18

Teil III.

Der geo-hydrologische Aufbau 19
a) Oberemscher 19
b) Das untere Untersenon 20
c) Das obere Untersenon 20
d) Das untere Obersenon 24
e) Das obere Obersenon 24
f) Die diluvialen Bildungen 25
1. Wallberge 25
2. Sande 25
3. Grundmoräne 26
4. Löß 27
g) Die Quellen 27
h) Hydrographie 29

Teil IV.

Das Grundwasser
1. Die Untersuchungsmethode 31
2. Die gespannten Wässer : 32
3. Das ungespannte Grundwasser 34
4. Grundwasserschwankungen 33

Literaturverzeichnis 40

UNIV. LEIDEN BIBL.

Vorwort.

Die hier vorliegende Bearbeitung der geo-hydrologischen Verhältnisse der Baumberge hat sich zur Aufgabe gestellt, die Grundwasserverhältnisse dieses Gebietes im allgemeinen und das Verhalten der einzelnen Schichtstufen dem Grundwasser gegenüber im speziellen zu behandeln. Sie hat das Ziel, neben den rein wissenschaftlichen Ergebnissen auch für die Praxis wichtige Grundlagen zu schaffen. Es werden deshalb auch neben den rein geo-hydrologischen Fragen solche rein technischer Art besprochen. Als wichtigste Grundlage für die Praxis wurden die Karten der Bohrtiefen und der Wasserhöhen angefertigt.

Die Unterlagen für die Arbeit sind in den Jahren 1936 und 1937 im Gelände gesammelt worden. Hierbei wurden für die Schaffung einer vorläufigen allgemeinen Übersicht, auf deren Grundlage sich dann die eigentlichen Untersuchungen aufbauten, Fragebogen durch die Lehrer der sich in diesem Gebiet befindenden Schulen an die verschiedensten Brunnenbesitzer verteilt und dem Verfasser mit Angabe der Lage der einzelnen Brunnen wieder zurückgegeben. Ich möchte auch an dieser Stelle all den Herren, die hierdurch meine Arbeit wesentlich gefördert haben, meinen Dank aussprechen.

Ferner danke ich den Herren des Kulturbauamtes in Münster für das mir zur Verfügung gestellte bisher unveröffentlichte Material der in diesem Gebiete liegenden Grundwasserbeobachtungsstellen, sowie den Herren Bürgermeistern für das aus ihren Akten entnommene Material der Gemeindewasserversorgungen.

Ich danke an dieser Stelle auch der Helmholtz-Gesellschaft zur Förderung der physikalisch-technischen Forschung, E. V., Düsseldorf, durch deren finanzielle Unterstützung eine erfolgreiche Beendigung der Geländearbeiten und die vorliegende Drucklegung ermöglicht wurde.

Für vielseitige Unterstützung möchte ich besonders meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Schuh, meinem wärmsten Dank aussprechen.

Einleitung.

Die hier vorgenommene Untersuchung der Grundwasserverhältnisse bezieht sich auf das eigentliche Gebiet der Baumberge, sowie auf das sie umgebende Flachland einschließlich der sich im Osten aus ihm erhebenden Burgsteinfurt-Altenberger Hügelkette. Das Gebiet ist durch den 51° 54' und 52° 12' nördlicher Breite und 7° 30' und 7° 10' östlicher Länge begrenzt. Es umfaßt die Meßtischblätter (1 : 25 000): 2074 (Metelen), 2075 (Burgsteinfurt), 2141 (Horstmar), 2142 (Altenberge), 2211 (Coesfeld-Ost) und 2212 (Nottuln).

Die Baumberge mit ihren nicht unerheblichen Höhen liegen gewissermaßen im Zentrum der Münsterschen Bucht, die im NO und O den Teutoburger Wald, im Süden die Paderborner Hochfläche und den Haarstrang zur Grenze hat und nach W und NW in die norddeutsche bzw. die holländische Tiefebene übergeht. Das untersuchte Gebiet nimmt im Münsterschen Becken eine Sonderstellung ein.

Orographisch zeigen die Baumberge das Bild einer zerrissenen Hochfläche, deren zentrales Gebiet von dem Doppelplateau des Billerbecker Berges und des Bom- und Westerberges eingenommen wird. Die Gliederung der Hochfläche geben die in mancher Weise charakteristischen Höhenlinien von 80, 100 und 120 m gut wieder. Ihre höchste Höhe erreichen die Baumberge mit 186,2 m im Westerberg. Der schnelle Anstieg von 80 m bis zu den höchsten Punkten läßt sie in dem welligen Flachland deutlich als Berggruppe in Erscheinung treten. Im Osten ist ihnen die Burgsteinfurt-Altenberger Hügelkette vorgelagert, die sich in den Buchenberg bei Burgsteinfurt und die eigentliche Hügelkette von Altenberge-Nienberge aufteilt.

Teil I.

Das Klima.

Aus der Lage des Untersuchungsgebietes in der Mitte der Münsterländischen Bucht geht hervor, daß das Klima dieses Raumes noch stark unter ozeanischem Einfluß steht. Dieser ozeanische Einfluß tritt in den einzelnen Klimaelementen deutlich in Erscheinung.

Daß der vorliegenden Arbeit nur eine klimatische Beobachtungsreihe von 15 Jahren zugrunde gelegt wurde, ist durch die nur für diesen Zeitraum (1923—1937) vorliegenden Grundwasserbeobachtungen in dem bearbeiteten Raum begründet. Durch die sich aus den Beobachtungsreihen ergebenden Mittelwerte soll die Möglichkeit zum Vergleich der klimatischen mit den grundwasserkundlichen Daten gegeben werden.

Die klimatischen Daten stützen sich auf die in Abb. 3 angegebenen Niederschlagsstationen, sowie auf die Station Münster, von der die Daten für Temperatur und Luftfeuchtigkeit übernommen wurden, da innerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes Beobachtungen dieser Art an keiner Station gemacht worden sind. Daß einige meteorologische Stationen des Gebietes aus dem Kreis der Betrachtungen ausgenommen wurden, liegt an der Unvollständigkeit der Beobachtungen während der hier betrachteten Zeitspanne zwischen 1923 und 1937.

a). Temperatur.

Bei der Betrachtung der Temperaturverhältnisse ist es aus Mangel an Beobachtungen innerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes notwendig, hier die Daten der Station Münster zugrunde zu legen. Es soll hier versucht werden, aus den zur Verfügung stehenden Daten die notwendigen Schlüsse in Beziehung auf das Untersuchungsgebiet zu ziehen.

Dies ist durch die nicht allzu große Entfernung der Station Münster von den Baumbergen zulässig, doch bleibt zu berücksichtigen, daß die größere Höhenlage und das Relief gewisse Abweichungen in den einzelnen Tagestemperaturen hervorrufen werden. Der allgemeine Gang der mittleren Temperaturen dürfte aber kaum einen wesentlichen Unterschied aufweisen, da die hier vorliegenden Höhendifferenzen und Entfernungen zu gering sind, um merkliche Unterschiede im jährlichen Gang der Lufttemperatur bewirken zu können.

Aus einem 14jährigen Mittel der Periode von 1922—1935 ergibt sich für Münster eine mittlere Jahrestemperatur von 9,4°. Die mittlere Jahrestemperatur dürfte sich für das Gebiet der Baumberge in die Grenzen von 9,4° und 8,6° fassen lassen; denn es würde sich für den etwa 123 m höher als Münster gelegenen höchsten Teil der Berggruppe theoretisch eine mittlere jährliche Temperaturdifferenz von $-0{,}56 \times 123/100 = -0{,}69°$ errechnen lassen.

Betrachtet man die sich aus dieser Zeitspanne ergebenden Monatsmittel der Temperatur von Münster, zo zeigt sich, daß der Januar mit 1,92° der kälteste Monat des Jahres ist (s. Abb. 1, Tafel XI). Der Monat Februar mit

1,94° unterscheidet sich jedoch nicht wesentlich vom Januar. Stellt man die Monatsmittel der Monate Januar und Februar in den einzelnen Jahren einander gegenüber, so zeigt sich, daß der Februar im Mittel die extremsten Temperaturen aufweist[1]). So liegt das in dieser Zeitspanne überhaupt erreichte tiefste Monatsmittel mit —6,8° im Februar des Jahres 1929. Auch in anderen Jahren finden wir den tiefsten mittleren monatlichen Temperaturstand im Februar. Die Verzögerung des Minimums auf den Monat Februar dürfte ihren Grund in dem in diesem Gebiet noch merklichen Einfluß des Meeres haben. Diesem nicht ganz scharf ausgeprägten Minimum steht ein deutlich ausgebildetes Maximum im Juli mit einem Mittel von 18,11° gegenüber. Nur einmal fällt in den betrachteten 16 Jahren das Maximum der mittleren Monatstemperatur mit 20,1° in den August, was aber eine Ausnahme darstellt.

Mit der sich ergebenden Differenz aus dem Maximum und Minimum der mittleren monatlichen Temperaturmittel von 16,19° muß man das Klima dieses Gebietes als noch ozeanisch bezeichnen; denn selbst die Differenz zwischen den extremsten Monatsmitteln beträgt nur 26,9°.

Eine Betrachtung der auf das wasserwirtschaftliche Jahr umgerechneten mittleren Jahrestemperaturen zeigt, daß im gesamten Ablauf der Zeit von 1923—1935 eine Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur in Münster eingetreten ist (s. Abb. 14). Als für das Gebiet des zentralen Münsterlandes extrem kalt können wir die Jahre 1924 und 1929 ansprechen. Sie zeigen eine mittlere Jahrestemperatur von 8,2° bzw. 8,4°. Als ausgesprochene warme Jahre treten 1930 und 1935 hervor. Sie weisen eine mittlere Jahrestemperatur von 10,1° bzw. 10,2° auf. In den meisten Jahren liegt das jährliche Temperaturmittel höher als das 14jährige Mittel von 9,4°. Dieser niedrige Mittelwert wird durch die extrem niedrigen Werte der Minima von 1924, 1928 und 1929 hervorgerufen.

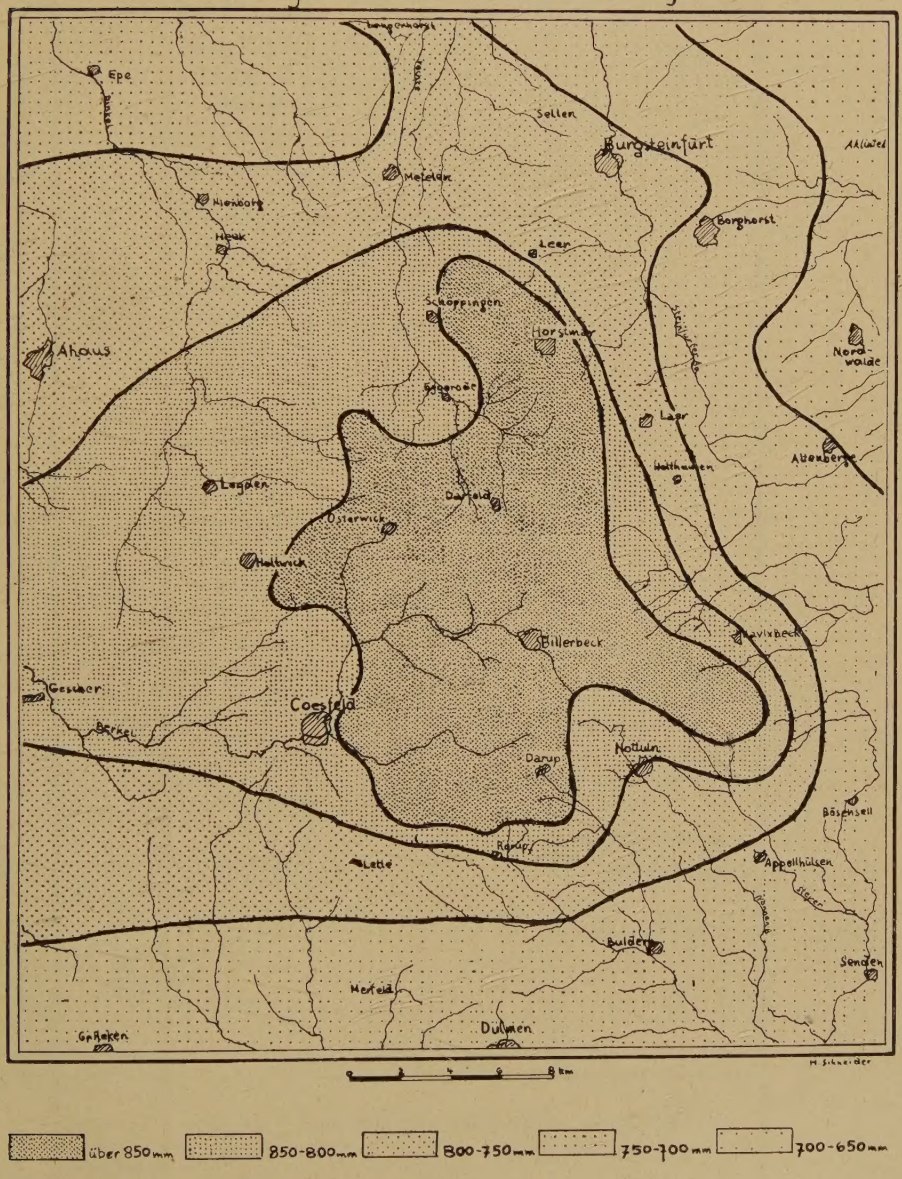
Bei den in Teil 4 behandelten Grundwasserschwankungen wird sich zeigen, daß gerade der Anstieg der mittleren Jahrestemperatur nicht ohne größeren Einfluß auf den Grundwasserhaushalt geblieben ist.

---

[1]) Die Januar- und Februarmittel der Temperatur in den Jahren 1922—1937.

Jahr	Januar	Februar
1922	—0,6	0,9
1923	3,6	2,6
1924	—0,4	0,6
1925	4,0	5,0
1926	1,8	6,3
1927	3,4	2,8
1928	3,2	4,3
1929	—2,5	—6,8
1930	4,8	1,7
1931	2,2	2,8
1932	4,0	0,9
1933	0,1	2,2
1934	2,3	3,2
1935	1,9	3,9
1936	5,0	2,4
1937	2,2	4,4

Die Verteilung der mittleren jährlichen Niederschläge im Gebiet der Baumberge



Stratigraphische Uebersicht über ob. u. m. Em

		Inoceramen (leitend)	Inoceramen (begleitend)	Ammoninten	Aberrante Ammoniten	Scaphiten
Obersenon	oberes			× Pachydiscus Wittekindi (Schlüt.)	× Haeteroceras polyplocum (A. Römer)	Scaphites culcherrimus (A. Röm
	unteres			× Dechenoceras coesfeldiense (Schlüt.)	Hamites obliquecostatus (Schlüt.) Hamites rectecostatus (Schlüt.)	Scaphites gibbu (Schl Scaphites spinig (Schl
Untersenon	oberes	+ Inocerams patootensis (De Lor) + Inoceramus lingua (Goldf.)	o Inoceramus cycloides (Wegn.) o Inoceramus cardissoides (Goldf.) ⊙ Inoceramus balticus (J. Böhm)	+ Hauiceras pseudogardeni (Schlüt.) + Dechenoceras dülmensis (Schlüt.)	Ancyloceras retrorsum (Schlüt.)	+ Scaphites binodosus (A. Röm + Scaphites aquisgranense (Schl
	unteres	+ Inoceramus [2] pinniformis (Willet) + Inoceramus [2] steenstrupi (De Lor)	o Inoceramus cycloides (G. Müller) o Inoceramus cardissoides (Goldf.) o Inoceramus flexuosus (v. Hänl.) o Inoceramus pachti (Arkh.)		+ Böhmoceras krekeli (Weyn.) + Böhmoceras löscheri (Riedel)	+ Scaphites bärtlingi (Ried
Emscher	oberer	+o Inoceramus cordiformis (Sow.)	o Inoceramus cardissoides (Goldf.) o Innoceramus cycloides (Wegn.) o Innoceramus cycloides (Wegn.) var. undulata (Heine) o Inoceramus steenstrupi (De Lor) o Inoceramus pachti (Arkh.)	Hauiceras clypeale (Schlüt.) mit gelegentlichem Auftreten von + Puzosia mengedensis (Schlüt.)		+ Scaphites fischeri (Ried
	mittlerer	o Inoceramus undulatoplicatus (Römer)	o Inoceramus subquadratus (Schlüt.) o Inoceramus cycloides (Wegn.) o Inoceramus digitatus (Sow.) o Inoceramusfasciculatus (Heine)	+ Puzosia mengedensis (Schlüt.)		

Anmerkung: + nach Riedel; o nach

[1]) Belemniten: Verhältnis Alvede zu Rostrum { etwa 1/10 = Go ,, 1/6 = ,, 1/4 = ,, 1/2 = Bel

cher und Senon im Becken von Münster

+ Belemniten [1]	Crinoiden	Spongien	Baumberge	Beckumer-Bg.	Dülmen, Haltern, Recklinghausen
1/2		× Scyphia Decheni (Goldf.)	glaukonitische Mergel und mergelige Sandsteine sowie Kalksandsteine: bei Haldem, sowie zwischen Billerbeck, Havixbeck und Schapdetten.		
		× Lepisdospongia rugosa (Schlüt.)	kalkige Mergel, Kalke und Mergelsandsteine von Coesfeld, Rorup, Darup, Nottuln	Vorhelmer Schichten (Sendenhorst)	
				Beckumer-Schichten	
1/4	+ Marsupites testudinarius (v.Schloth) + Marsupites ornatus (Sow.)	× Becksia soekelandi (Schlüt.)	Kalkmergel von Münster-Altenberge, am Fuß der Baumberge bei: Laer, Horstmar, Osterwick, Coesfeld, Rorup, Nottuln, Schapdetten.	Stromberger-Schichten	
1/5 1/6 1/8 1/7 1/6 1/10 1/9 1/8 1/7 1/6			sandige und tonige Mergel: Zgl. an der Straße Burgsteinfurt-Leer nördlich Velltrup. Dampfzgl. südwestl. Ahaus.		Dülmener Sandkalke
					Halterner Sande
1/10 1/9 1/8 1/10	ß Uintacrinus westfalicus (Schlüt.)		Sand- und Tonmergel im Seller-Esch und Buchenberg bei Burgsteinfurt.		Recklinghäuser Sandmergel

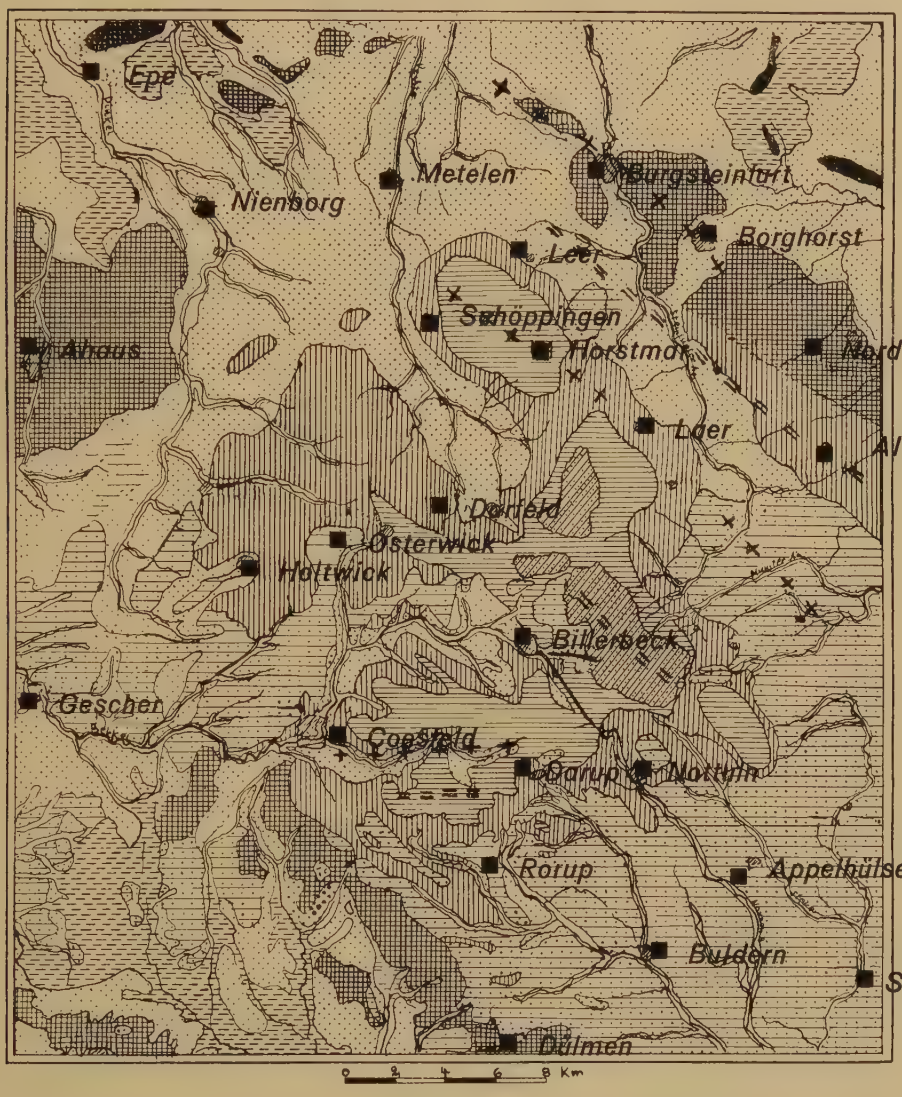
ine; × nach Schlüter; ß nach Bärtling.

eutnis westfalica (Schlüt)
granulata (Bl.)
quadrata (Bl.)
itella mucronata (v. Schloth.)

[2]) sind bei Heine begleitende Formen, wofür bei ihm J. haenleini (G. Müller) leitend ist.

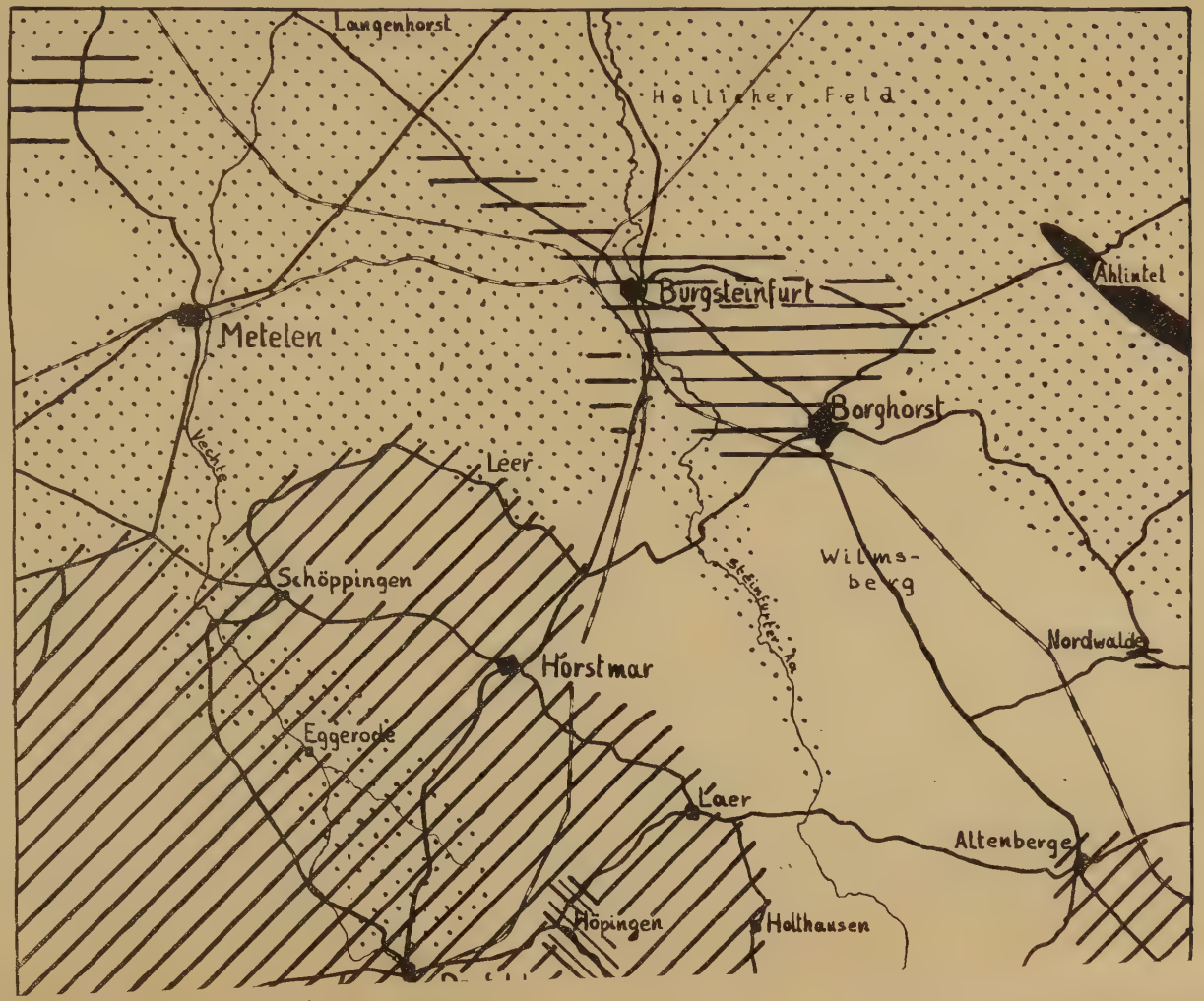
Geologische Skizze des Gebietes der Baumberge

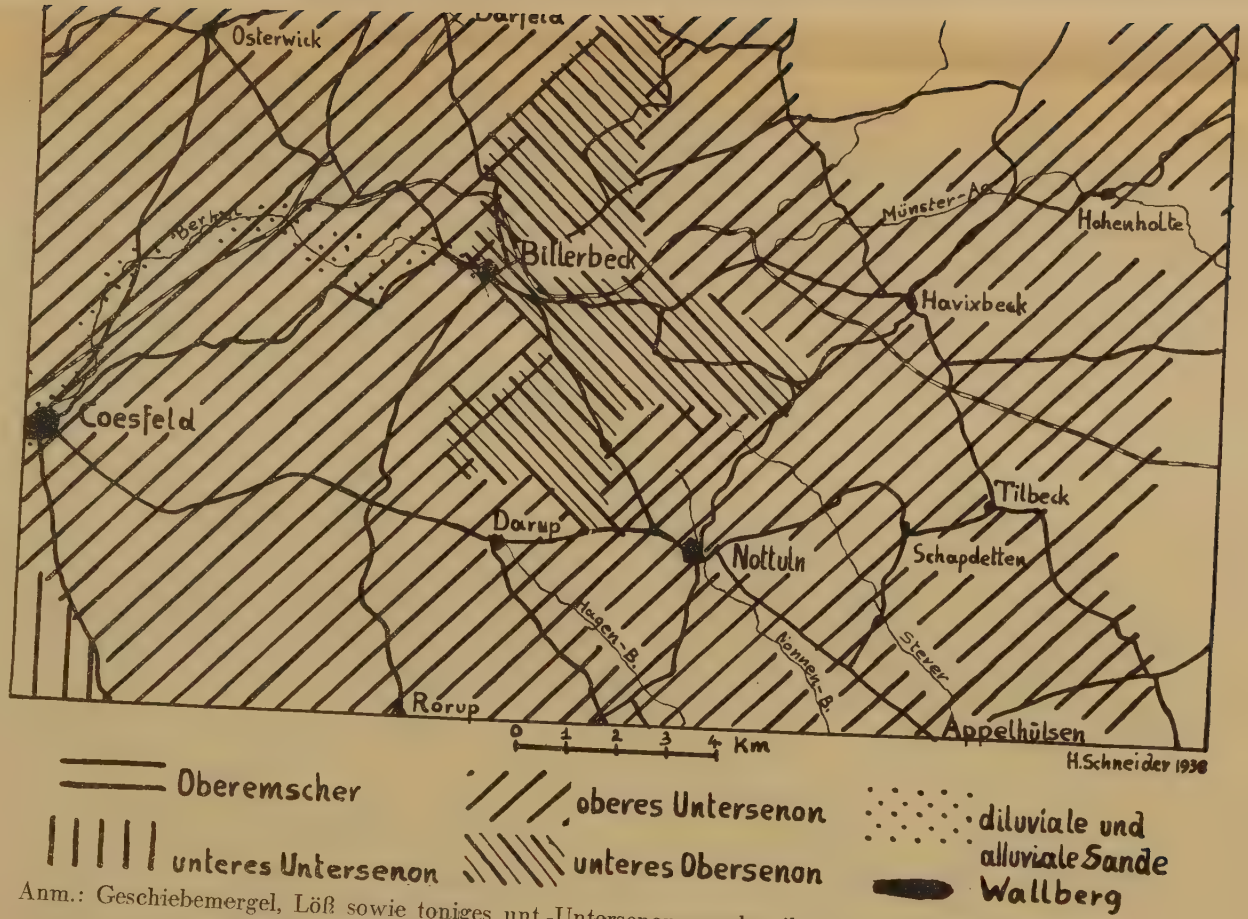
(nach v Dechen, Lepsius Th Wegner u.d.geol. Karte v. Deutschland 1:300000 Bl. Wesel u. eigenen Aufnahmen)



alluviale Talauen
alluviale Moore
diluviale Sande
Wallberg
Löß u. Geschiebemergel
oberes Obersenon
unteres Obersenon
Sattellinien
Untersenon
Emscher
Wealden u. Unterneocom
Muldenlinien

Karte der wichtigsten Grundwasserhorizonte.





Anm.: Geschiebemergel, Löß sowie toniges unt.-Untersenon wurden ihrer zu geringen Wasserführung und ober.-Obersenon seiner geringen Bedeutung wegen nicht dargestellt.

b) Die Luftfeuchtigkeit.
(Relative Feuchtigkeit).

Der Betrachtung des Grundwasserhaushaltes eines Gebietes muß auch eine eingehende Untersuchung der relativen Feuchtigkeit als eines wesentlichen Faktors der Verdunstung vorausgehen. Der Mangel an Beobachtungsstationen macht es auch hier notwendig, die Daten der Station Münster für dieses Gebiet zugrunde zu legen.

Es ergibt sich für die Zeitspanne von 1923—1933 für Münster eine mittlere jährliche relative Feuchtigkeit von 78 %. Das in der zugrunde gelegten Zeit überhaupt erreichte Minimum im Monatsmittel beträgt 63 %. Dem Minimum im mittleren jährlichen Gang der relativen Feuchtigkeit im Mai mit 70 % steht ein deutlich ausgeprägtes Maximum mit 86 % im Dezember gegenüber (s. Abb. 2, Tafel XI).

Es zeigt sich ein ziemlich gleichmäßiger Abfall des mittleren monatlichen relativen Feuchtigkeitsgehalts der Luft von Maximum im Dezember bis zum April, wo mit 72 % das Minimum schon annähernd erreicht wird. Der Mai bringt dann nur noch eine geringe Abnahme um 2 %, die im Juni gerade wieder ausgeglichen ist. Der Anstieg erfolgt langsam bis zum August. Im September setzt ein schnellerer Anstieg bis zum Maximum im Dezember ein.

Die Zunahme der Temperatur vom Winter zum Frühjahr, verbunden mit einer schnellen Abnahme der relativen Feuchtigkeit bewirkt in dieser Zeit eine starke Beschleunigung der Verdunstung. Die Größe der Abnahme der mittleren relativen Feuchtigkeit und daß Maß der Zunahme der mittleren Temperatur im Frühjahr sind wegen der durch sie bedingten Ausmaße der mittleren Verdunstung sehr wichtige Größen für den Wasserhaushalt.

Eine Betrachtung des Ganges der mittleren jährlichen relativen Feuchtigkeit in der Zeitspanne von 1923—1933 ergibt, daß, im großen gesehen, bis 1934 eine Abnahme der mittleren jährlichen relativen Feuchtigkeit eingetreten ist (s. Abb. 14). Da dieser Abnahme der mittleren jährlichen relativen Feuchtigkeit eine Zunahme der mittleren jährlichen Temperatur parallel läuft, muß auch die Verdunstung eine nicht unerhebliche Steigerung erfahren haben.

In Bezug auf den mittleren jährlichen relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft treten 1923 und 1926 als die relativ feuchten Jahre mit 81 % im Mittel hervor. Extrem trocken sind in dem untersuchten Gebiet die Jahre 1933 und 1934; sie haben im Mittel nur 75 %.

Über Windrichtungen und Windstärken, die für die genaue Untersuchung des Wasserhaushaltes von Interesse sind, kann leider nichts ausgesagt werden, da hierüber im eigentlichen Gebiet keinerlei Beobachtungen vorliegen. Es wäre unangebracht, in diesem Falle die Verhältnisse der Station Münster auf das Gebiet der Baumberge zu übertragen, denn gerade bei diesen Faktoren spielen die Geländeformen eine große Rolle, die das Bild wesentlich ändern können.

---

c) Die Niederschläge.

Die Größe des Niederschlages bildet den wesentlichsten Klimafaktor für den Wasserhaushalt eines Gebietes. Es ist daher wichtig, die zeitliche und räumliche Verteilung zu untersuchen.

Auf Tafel I wurde die mittlere jährliche Niederschlagsverteilung kartographisch dargestellt. Die Konstruktion der Karte stützt sich auf eine 14jährige Beobachtungsreihe der Stationen: Schildarp-Gescher, Ahaus, Gronau, Ochtrup, Burgsteinfurt, Emsdetten, Laer, Altenberge, Dülmen und Billerbeck (s. Abb. 3, Tafel XI)[2]).

Da in den Baumbergen eine ausgesprochene Bergstation fehlt, wurde in den höheren Teilen in stärkerem Maße die Orographie zur Konstruktion zur Hilfe genommen.

Die Darstellung zeigt deutlich, wie stark sich gerade in Bezug auf die Niederschlagsverhältnisse die Hügelgruppe der Baumberge von dem umgebenden Gelände abhebt. So haben wir im Osten der Hügelgruppe auf einer Entfernung von nicht mehr als 10—15 km eine Abnahme der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe von rund 200 mm. Der höhere Teil des Gebietes ist mit mehr als 850 mm Niederschlag im jährlichen Mittel bezogen auf das gesamte Münsterland, ein ausgesprochen regenreiches Gebiet. Die Fläche mit über 850 mm stützt sich auf die Talstation Billerbeck. Da sie eine ausgesprochene Talstation ist, dürfte das in dieser Fläche zusammengefaßte Gebiet nicht zu groß genommen sein.

Einer deutlichen Luvseite im Westen steht im Osten eine sehr scharf ausgeprägte Leeseite gegenüber. Die Leeseite macht sich besonders am Altenberger Höhenrücken bemerkbar, dem die 700-mm Linie parallel verläuft. Obwohl der Rücken sich in längerer Erstreckung bis zu 45 m über das umliegende Gelände erhebt, haben wir in seinem Bereich in Bezug auf das betrachtete Gebiet die geringsten mittleren jährlichen Niederschlagshöhen zu verzeichnen.

Für die wasserwirtschaftliche Betrachtung der Niederschläge ist neben der Kenntnis der räumlichen Verteilung auch die zeitliche Verteilung von größter Wichtigkeit.

Es zeigt sich, daß im ganzen Gebiet ein ausgesprochenes Minimum im März liegt (s. Abb. 4, Taf. XI). Bei keiner Station weist dieser Monat mehr als 39 mm Niederschlag im Mittel auf. Im März tritt zwischen dem regenreichsten und regenärmsten Ort im Mittel nur eine Differenz von 10 mm auf. Das Hauptmaximum der Niederschläge erscheint im Oktober. Eine Ausnahme bilden Ochtrup und Burgsteinfurt, wo das Maximum im Juni bzw. im Juli und Oktober in gleicher Stärke ausgebildet ist. Allgemein gesehen, ist der Oktober mit 82—105 mm mittlerer Niederschlagshöhe in dem betrachteten Gebiet ein ausgesprochen nasser Monat. Es tritt neben dem Maximum im Oktober noch ein Nebenmaximum im Sommer auf. Doch das Nebenmaximum ist nicht an allen Orten auf den gleichen Monat begrenzt. Es fällt bei den meisten Orten in den Juli. Bei Billerbeck und Dülmen verschiebt es sich auf den August und bei Gescher eigentümlicherweise auf den Juni.

Wenn wir die Monate Mai bis Oktober zum Sommer und die übrigen Monate zum Winter rechnen, so tritt der Sommer als die für unseren Raum

---

[2]) Weitere Stationen konnten nicht verwandt werden, da auf ihnen für den größten Teil der Jahre 1923—1936 keine Beobachtungen durchgeführt worden sind.

weitaus nässeste Zeit hervor [3]). Die nassen Sommer sind den weit trockneren Wintern gegenüber für den Wasserhaushalt unseres Gebietes etwas sehr Wesentliches, denn die größeren Niederschlagsmengen des Sommers fallen unter weit anderen Temperatur- und relativen Feuchtigkeitsverhältnissen als die geringeren des Winters.

Der Gang der jährlichen Niederschlagshöhe zeigt in den betrachteten Jahren ein deutliches Nachlassen der Maxima auf. So ist im Hinblick auf die ganze Periode das Nachlassen der Niederschlagsmengen recht deutlich zu erkennen. Dies tritt besonders gut hervor durch die während dieser Zeitspanne immer extremer werdenden Minima (s. Abb. 5, Tafel XI).

Die nassen Jahre sind den trockenen gegenüber in der Minderzahl, was die absinkende Tendenz in der Höhe der Niederschläge noch deutlicher in Erscheinung treten läßt. Es zeigen sich aber für den ganzen Raum doch gewisse Unterschiede. So ist das Jahr 1926 für alle Teile ein ausgesprochen gleichnasses Jahr. In den hier dargestellten Verhältnissen der Orte Billerbeck, Burgsteinfurt, Ahaus und Altenberge (bei Altenberge liegt allerdings eine Beobachtungslücke vor) treten diese Unterschiede in den einzelnen Jahren deutlich in Erscheinung. Sie weisen im Jahre 1926 alle Niederschlagssummen von über 1050 mm auf. Im Jahre 1932 liegen die Verhältnisse wesentlich anders. In Billerbeck überschreitet die Niederschlagssumme erneut die 1000 mm-Grenze, während an anderen Orten die Niederschlagshöhen sogar hinter denen der Jahre 1924 und 1927 zurückbleiben. Ausgesprochen geringe Niederschlagshöhen treten in den Jahren 1933 und 1934 auf.

Die trockendsten Monate der betrachteten Zeitspanne finden wir im gesamten Gebiet im Jahre 1929. Es waren die Monate Januar, Februar und März. Die Niederschlagshöhen in diesen Monaten lagen zwischen 2—25 mm.

Die niederschlagsreichsten Monate fallen in die Jahre 1924, 1926 und 1932. Die maximalen Monatsniederschläge sind hier ansehnlich hoch. So fielen im Oktober 1932 in Billerbeck 210 mm Niederschlag, was etwa ⅕ des gesamten Jahresniederschlages des Jahres 1932 ausmacht. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch für die anderen Orte.

Zusammenfassung.

In der hier betrachteten Zeitspanne zeigt sich, daß im Laufe der Jahre das Klima des untersuchten Raumes wärmer und trockener geworden ist. Es zeigt sich bis 1934 ein Ansteigen der mittleren Jahrestemperatur, dem eine Abnahme der mittleren jährlichen relativen Feuchtigkeit parallel läuft. Dies

---

[3]) Verteilung der mittleren Sommer- und Winterniederschlagshöhen (in mm).

Ort	Sommer	Winter
Emsdetten	387	288
Ochtrup	442	310
Gronau	424	289
Ahaus	471	327
Gescher	457	352
Burgsteinfurt	439	321
Altenberge	425	278
Laer	422	341
Dülmen	412	300
Billerbeck	485	376

bedeutet eine Zunahme der Verdunstung. Zur stärkeren Verdunstung kommt noch eine Abnahme der jährlichen Niederschlagssummen hinzu, was sich, wie Teil 4 zeigen wird, auf den Wasserhaushalt sehr unglücklich ausgewirkt hat.

Teil II.

Geologische Uebersicht.

Der eingehenden Betrachtung der einzelnen in dem untersuchten Gebiet auftretenden Schichtenfolgen möge eine stratigraphische Übersicht vorangeschickt sein, wie sie sich aus den neueren Arbeiten von Heine (1929) und Riedel (1930) vereinigt mit den älteren Gliederungen von Schlüter, Wegner und Bärtling ergibt (Tafel II).

Machen wir uns die neuere Gliederung des Untersenons von Riedel (1930) zu eigen, so müssen wir heute, wie aus Tafel II hervorgeht, einen Teil des früheren Untersenons zum oberen Emscher stellen und die ganze Quadratenstufe zum Untersenon.

Auf die in der Übersichtskarte (Tafel III) dargestellten Vorkommen des Wealdens und Unterneocoms bei Epe soll hier, — da sie für die näher zu betrachtenden Fragen keine Bedeutung haben —, nicht eingegangen werden.

a) Emscher.

Wenn wir die Vorkommen des Wealdens und des Unterneocoms bei Epe vernachlässigen, so sind in dem untersuchten Gebiet die ältesten Schichten die des oberen Emschers. Hierher gehören die Schichten des Seller — und Weiner Esches, sowie die des Buchenberges bei Burgsteinfurt, welche von Wegner (1905, 1919) und J. Böhm (1915) ins Untersenon gestellt wurden. Nach den von den beiden Autoren aufgeführten Fossilien haben wir diese Schichten nach der neuen Einteilung aber zum oberen Emscher zu stellen.

Am Buchenberge setzen sich die Schichten des oberen Emschers aus sandigen Kalkmergeln zusammen, die mit bis zu 15 cm mächtigen Tonlagen wechseln. Die sandigen Kalkmergel weisen bei Ostendorf einen in Salzsäure unlöslichen Rückstand von 26,5 % auf. Der unlösliche Rückstand besteht in der Hauptsache aus gerundeten Quarzen und in geringem Maße aus Skelettbruchstücken von Kieselschwämmen. Der in Salzsäure unlösliche Rest zeigte folgende Korngrößenverteilung:

>0,3 mm	2,79 %
0,3—0,2 mm	15,76 %
0,2—0,1 mm	31,25 %
<0,1 mm	50,20 %

Die mittlere Porosität der sandigen Kalkmergel wurde mit 6 % bestimmt. Der Kalkgehalt beträgt 60,0 %.

Ein ähnliches Bild zeigen die sandigen Kalkmergel des oberen Emschers bei Eschmann in Wilmsberg. Der in Salzsäure unlösliche Teil beträgt hier 22,12 %. Die Korngrößenanalyse ergab für den unlöslichen Bestandteil eine feinere Körnung als die sandigen Kalkmergel des Buchenberges bei Ostendorf

>0,3	mm	0,02 %
0,3—0,2	mm	2,82 %
0,2—0,1	mm	47,38 %
<0,1	mm	49,78 %

Der Kalkgehalt wurde hier mit 49,0 % und das Porenvolumen mit 2 % bestimmt.

Die Mergel zeigen lagenweise durch einen höheren Kalkgehalt eine stärkere Verfestigung. Die festeren Lagen werden in den Steinbrüchen abgebaut. Manche Schichten zeigen, wie schon Wegner (1910) berichtet, Einschlüsse von Tongallen. Auf der Oberfläche der festeren Bänke finden sich in bestimmten Lagen weit verbreitert zylindrisch verfestigte Röhren, die Wegner als Wurmröhren deutet. Seine genauen Profile vom Weiner und Seller Esch, welche die Ausbildung in charakteristischer Weise wiedergeben, erübrigen es, hier ein genaues Profil zu geben.

Das Auftreten von Phosphoritbänken sowie zerbrochenen Muschelresten, die wechselnde Mächtigkeit der einzelnen Schichten und das Auftreten von prielartigen Bildungen führte schon Wegner (1910) und auch später Bärtling (1920) zu der Auffassung, daß es sich um die Ablagerung einer küstennahen Flachsee handelt. Ein solcher Priel ist z. Zt. in dem Steinbruch Eschmann in Wilmsberg südlich von Borghorst aufgeschlossen.

b) Untersenon.

Auf die sandigen mit geringmächtigen Tonlagen wechselnden Mergel folgen südlich bis südwestlich von Burgsteinfurt und Borghorst zum Hangenden tonige Mergel des unteren Untersenons. Ihre Eingliederung in das untere Untersenon ist durch die von Böhm aus der jetzt aufgelassenen Ziegeleigrube an der Straße Burgsteinfurt-Leer aufgeführte Fossilliste gegeben (Böhm 1915).

Wie eine Schlemmprobe ergab, enthalten die Tonmergel hier nur sehr wenig gröberes Material. Sie unterscheiden sich durch ihren geringeren Kalkgehalt deutlich von den im Hangenden auf ihnen folgenden tonigen Kalkmergeln des oberen Untersenons (der Quadratenstufe). Sie sind, da sie für die Herstellung von Ziegeln nicht besonders geeignet sind, nur selten aufgeschlossen. Bei Nordwalde fand ich sie gelegentlich eines Schurfes in der dortigen Ziegelei. Eine petrographische Untersuchung war nicht möglich, da der Aufschluß beim zweiten Besuch zwecks größerer Probeentnahme nicht mehr vorhanden war. Die Tonmergel wurden ferner in Brunnenbohrungen südwestlich von Borghorst und Burgsteinfurt angetroffen. Sie entsprechen petrographisch den Mergeln der Ziegelei an der Straße Burgsteinfurt—Leer und sind wie diese in das untere Untersenon zu stellen.

Die tonigen Mergel des unteren Untersenons dürften hier eine Mächtigkeit von ca. 120—130 m haben. Die Schätzung stützt sich auf die Brunnenbohrung Nr. 13 (Blatt Burgsteinfurt) die von der Reichsbahn an der Bahnstrecke Horstmar-Burgsteinfurt ausgeführt wurde. Die Bohrung hat in ihren ersten 20 Metern noch weiche helle graue Mergel angetroffen, die dem oberen Untersenon angehören dürften. Bis zu einer Tiefe von 150 Metern durchteuft sie dann blaugraue weiche Mergel, die denen der Ziegelei an der Straße Burgsteinfurt-Leer gleichzusetzen sein dürften. Erst von 150—165 m, wo Wasser angetroffen wurde, tritt ein Wechsel von harten sandigen und weichen tonigen Bänken auf, der der Schichtenfolge des oberen Emschers entsprechen dürfte.

Die gleichen tonigen Mergel treten dann wieder bei Ahaus auf. Ihre Zugehörigkeit zum unteren Untersenon bezeugen die aus der Umgebung von Ahaus bekannt gewordenen Fossilien (Th. Wegner, 1905, E. Runge, 1907).

Weiter nach Süden gehen die tonigen Mergel von Ahaus in eine sandige küstennahe Flachseefazies, die Halterner Sande und Dülmener Sandkalke über. Der sandig-kalkigen Fazies gehören auch die an der Grenze von unterem — und oberem Untersenon stehenden sandigen Mergel von Lette an (Köplitz, 1920).

Mit dem Eintritt in das obere Untersenon — (Quadratenstufe oder auch in dem oberen Teil Zone der Becksia soekelandi genannt) — finden wir ohne einen großen Wechsel in der Fazies die tonigen Kalkmergel weit verbreitet. Sie sind im Westen kalkiger ausgebildet als im Osten. Aber trotz des allmählichen Überganges der Kalkmergelfazies in die Tonmergelfazies zeigen sie sowohl im westlichen wie auch im östlichen Teil stets eine Wechsellagerung härterer kalkiger Bänke mit weicheren, tonigeren.

Ihre Fauna wurde bereits 1872 von Schlüter beschrieben.

Die hellgrauen tonigen Kalkmergel des oberen Untersenons treten uns in einem schmalen Band, das nur im Westen eine größere Breite erlangt, überall am Fuße der Hügelgruppe der Baumberge entgegen. Den größten Raum nehmen sie westlich und nordwestlich von Osterwick ein, wo sie die flachen Höhen des Osterwicker Höhenrückens bilden. Sie bauen auch den Hauptteil der Altenberger — Nienberger Hügelkette auf, die nur in den höchsten Punkten nach Bärtling (1925) noch die sandigen Mergel der unteren Mukronatenstufe zeigt. Ich konnte sie nur in Lesesteinen feststellen, fand sie aber nirgendwo aufgeschlossen. Vielmehr traten in einem Aufschluß gelegentlich der Erweiterung der Straße von Altenberge nach Nordwalde bis in die obersten angeschnittenen Lagen nur die Mergel des oberen Untersenons auf. Größere Flächen nehmen diese Mergel dann noch bei Nottuln ein, wo sie aber von einer teils mächtigeren, teils dünneren Decke von Geschiebemergel überdeckt sind. Sie bilden ferner den Untergrund der Roruper Mark und des Coesfelder- wie Schöppinger Berges.

c) Das untere Obersenon (untere Mukronatenstufe).

Die weichen Mergel des oberen Untersenons (Quadratenstufe) werden von schwach glaukonitischen Kalken und sandigen Mergeln überlagert, die nach Südosten in eine kalkigere Fazies überzugehen scheinen. Der Sandgehalt dieser Sandmergel beträgt in der Roruper Mark einschließlich des untergeordnet auftretenden Glaukonits 46,98 %, das Porenvolumen 21 %. Das große Porenvolumen bedingt, daß neben dem Kluftwasser in den Sandmergeln auch in größerem Maße Schichtwasser vorhanden ist. Das Schichtwasser stellt selbst in eng begrenzten Gebieten bis weit in den Sommer hinein den Wasserbedarf kleinerer Gehöfte sicher. Der in Salzsäure unlösliche Bestandteil hat folgende Korngrößenzusammensetzung ergeben:

>0,3 mm	2,54 %
0,3—0,2 mm	9,08 %
0,2—0,1 mm	34,91 %
<0,1 mm	53,47 %

Als Bindemittel ist Kalk mit 32,6 % beteiligt.

Diese festeren Sandmergel schützen die weichen Mergel des oberen Untersenons vor der Erosion. Sie bewirken das stärkere Heraustreten der

einzelnen Bergkuppen im zentralen Teil gegenüber den weicheren Formen des aus den Mergeln des oberen Untersenons aufgebauten Osterwicker Höhenrückens. Die sandig kalkige Ausbildung der unteren Mukronatenstufe ist im ganzen westlichen, sowie im nord- und südwestlichen Teil der Baumberge vertreten.

Wir finden sie ferner am Schöppinger Berg in mehreren Brüchen gut aufgeschlossen. Petrographisch sind ihnen auch die Vorkommen von Schapdetten gleichzusetzen. Bärtling (1925) stellt sie in die Zone des *Heteroceras polyplocum* und *Parapachydiscus wittekindi* ohne aber von dort selbst Fossilien anzugeben. Da die Brüche in dieser Zone aufgelassen sind, war es mir nicht möglich, dort Fossilien zu finden. Es muß die Altersstellung daher vorerst noch offen bleiben. Ich habe sie aus petrographischen Gründen in der Übersichtskarte zum unteren Obersenon gestellt, lasse aber offen, ob sie nicht evtl. doch zur nächst höheren Stufe zu stellen sind. Die Analyse ergab für die sandigen Schichten des Schöppinger Berges einen Kalkgehalt von 62,0 %. Das Porenvolumen wurde mit 11,0 % bestimmt. Der in Salzsäure unlösliche Restbestand zeigte folgende Korngrößenverteilung:

>0,3 mm	2,76 %
0,3—0,2 mm	6,85 %
0,2—0,1 mm	29,10 %
<0,1 mm	61,10 %.

Zu der Stufe des *Dechenoceras coesfeldiense* rechne ich auch die oberen Schichten des Schöppinger Berges. Sie unterscheiden sich petrographisch kaum von denen des Coesfelder Berges.

Etwas unklar war immer noch die Stellung des glaukonitreichen kalkigen Sandsteins von Billerbeck (Billerbecker Grünsand, Wegner) (1926). Schon Wegner stellt diese Schichten an die Basis der Zone des *Heteroceras polyplocum*. Verfasser konnte in dem Steinbruch östlich oberhalb des Bahnhofs Billerbeck mehrere Exemplare von *Heteroceras polyplocum* finden, wodurch sie als Schichten des oberen Obersenons gekennzeichnet sind.

d) Das obere Obersenon (Baumberger Sandstein oder obere Mukronatenstufe).

Die höchste Stufe der westfälischen Kreide bildet die Zone des *Heteroceras polyplocum* mit den begleitenden Formen:

Pachydiscus wittekindi Schlüt.
Scaphites pulcherrimus A. Roemer.

Es ist die oberste Stufe der Mukronatenkreide, auch Baumberger Sandstein genannt. Sie baut sich aus gelblichgrauen Kalkmergeln, gelblich-weißen Kalksandsteinen, sowie lockeren Mergeln und mergeligen Kalksteinen auf. Auffallend ist in dieser Schichtenfolge das zweimalige Auftreten der gelblichweißen Kalksandsteinbänke. Sie werden jeweils von Kalkmergeln unterlagert. An ihrer Basis finden wir die sogenannte „Bohnenschicht", die zwar nur in einer Mächtigkeit von 0—20 cm auftritt, aber kaum irgendwo ganz fehlt. Wegner (1926) bezeichnet sie als das Basiskonglomerat, da sie aus Mergelgeröllen und Tonflatschen aufgebaut ist.

Den Namen gaben dieser Schicht die in großer Zahl vorkommenden *Scyphia decheni* Goldf. Die „Bohnenschicht" geht fast ohne merkbare

Grenze in die nächst höhere Schicht, den „Paol“ [4]) über, der schon als Werkstein Verwendung findet. Er wird überlagert vom „Lappen“ [4]) und „Fließ“ [4]).

Die Werksteinbänke sind nach Wegner (1926) das Produkt einer Transgression. Die Korngröße nimmt in diesen Schichten von der „Bohnenschicht“ im Liegenden bis zu den rostbraun gesprenkelten und gestreiften Kalkmergeln im Hangenden der Werksteinbank ab.

Die petrographische Untersuchung des Werksteinprofils ergab:

Gesteinsschicht	Korngrößen %				Kalkgehalt %	Porosität %
	> 0,3 mm	0,3—0,2 mm	0,2 – 0,1 mm	< 0,1 mm		
hangende Kalke	0,57	2,13	25,05	72,20	61,3	9
hangende Tonmergel . . .	—	—	18,24	81,76	43,1	8
„Flies“	—	—	2,85	97,11	67,4	11
„Lappen“	2,82	16,30	37,78	43,00	58,2	12
„Bohnenschicht“	9,06	9,48	65,76	15,70	53,4	7
liegende Mergel	2,99	6,27	32,68	58,06	50,5	8

Wie die vielfach zu beobachtenden Priele dieser Zone zeigen, hat die Ablagerung der Schichten des oberen Obersenons in einer ausgesprochenen Flachsee stattgefunden. Sowohl im unteren, wie auch im oberen Werksteinprofil finden wir größere Mächtigkeitsschwankungen in den einzelnen Schichten. Am besten aufgeschlossen sind diese Priele oder Tiefs in dem aufgelassenen Bruch von Leiermann-Faltmann an der Straße von Uphoven nach Billerbeck und im Bruch Reiberg an der Straße von Havixbeck nach Billerbeck [5]).

Die harten und widerstandsfähigen Schichten des Obersenons mit den Werksteinbänken und den harten Kalkmergeln im Hangenden setzen der Erosion weit größeren Widerstand entgegen, als die weicheren Tonmergel des unteren Untersenons von Ahaus, sowie die ebenfalls weicheren tonigen Kalkmergel des oberen Untersenons. Dies bedingt, daß in dem Gebiet der Zone des *Heteroceras polypocum* die höchsten Erhebungen der Baumberge zu finden sind.

e) Die diluvialen Bildungen.

Diluviale Anlagerungen haben in unserem Raume eine weite Verbreitung. Da eine genaue Auskartierung von Löß und Geschiebemergel aus dem Rahmen dieser Arbeit herausfiel, wurden auf der Übersichtskarte Löß und Geschiebemergel zusammengefaßt. Im östlichen Teil der Baumberge lagert in alten Dellen und an den unteren Teilen der Hänge teils mächtigerer, teils weniger mächtigerer Löß. Der Löß ist an den südlichen Hängen weitaus mächtiger als an den Nordhängen. So finden wir bei Tilbeck am südöstlichen

[4]) s. Wegner, Geologie Westfalens, S. 279.
[5]) s. Wegner, Geologie Westfalens, S. 277.

Der geo-hydrologische Aufbau des

Formation	Art der Gesteine (Fazies)		Wasserführung der Schichten	Beschaffenheit des Wassers	
Diluvium	Sande und Kiese	Wallberge	sehr gut	gut weich	Sch
		Sande bis 4 m u. Fl.	gut im flachen Gelände	viel Eisen und oft unhygienisch hart — weich	
		Sande unterhalb 4 m u. Fl.	sehr gut im flachen bis schwach geneigten Gelände	in der Regel gut hart — weich	S
	Löß		schlecht	hart — weich gut	(re
	Geschiebemergel resp. Geschiebelehm		schlecht	hart — weich in der Regel viel Fe	
O.-Ober-senon	Kalksandstein (stark geklüftet mit 2—3 blaugrauen Kalkmergel-bänken)		gut auf Klüften	sehr hart, gut *)	ko
U.-Ober-senon	Sandige Kalkmergel		gut auf Klüften	hart — gut *)	1) 2)
O.-Unter-senon	Kalkmergel mit tonigeren Lagen wechselnd		sehr gut auf Klüften im Kalkmergel	sehr hart, gut*)	Bo
U.-Untersenon	Tonmergel		sehr schlecht	—	
	Sandige Tonmergel		mäßig (auf feinen Klüften und Gesteinsporen)	gut *) stellenweise reich an Eisen	Ba
	Sandmergel (im Südwesten)		mäßig	oft eisenhaltig sonst gut	
	Sande		mäßig bis gut	gut, viel Eisen	
O.-Emscher	Sandige Kalkmergel mit Tonmergel wechselnd		gut auf Klüften im sandigen Kalkmergel	gut *) hart	

*) Bei Kluftwasser ist in hygienischer Beziehung immer besondere Vorsicht geboten.

etes der Baumberge

gte Brunnenarten	Schwankung des Wasserspiegels	Mächtigkeit der Schichten
eventuell auch Ramm-pumpen	gering	bis 19 m
achtbrunnen	im flachen Gelände bis 2 m, sonst mehr	bis 15 m
en und Rammpumpen s zu 8 m	bis 2 m, selten mehr	
Sammelbrunnen i großer Beanspruchung icht aus)	groß, mehrere Meter, Brunnen oft trocken	bis 2,5 m
en (30—60 m u. Fl.) ht mehr für die Wasser-ung in Betracht	bis zu 10 m	ca. 130 m
, wo gespanntes Wasser im Ausgehenden der Schachtbrunnen	1) bis zu 5 m 2) groß, Brunnen oft trocken	?
da gespanntes Wasser	gering	?
keine	—	über 120 m
t großem Durchmesser	bis zu 5 m	
n und Bohrbrunnen	?	
hrbrunnen	?	
rbrunnen, anntes Wasser	gering	?

Fuße des Schapdettener Höhenzuges eine Lößwand von ca. 2,5 m aufgeschlossen. Der Löß hat an dieser Stelle eine Mächtigkeit von über 4,5 m. Die Lößdecke erstreckt sich östlich des genannten Höhenzuges zwischen den Orten Havixbeck, Hohenholte, Boesensell und Roxel bis über Münster hinaus nach Osten (Beyenburg) (1934/35). Es besteht bisher noch keine Klarheit darüber, ob es sich bei dem vorliegenden Löß um echten Löß oder um Schwemmlöß handelt.

Im südwestlichen Vorland der Baumberge nimmt der Geschiebemergel bzw. -lehm weite Flächen ein. Er findet sich außerdem gelegentlich in kleinen, inselartigen Flächen in den Baumbergen selbst. Wo er fehlt, d. h., wo er bereits der Erosion zum Opfer gefallen ist, sind noch Geschiebe als letzte Zeugen einer früheren Bedeckung vorhanden. Im Westen greift die Geschiebemergeldecke weit auf die flachen Kuppen des Osterwicker Rückens über. Eine größere noch zusammenhängende Geschiebemergelfläche in den eigentlichen Baumbergen haben wir östlich von Billerbeck, wo sie in einem Ziegeleibetrieb auf dem Billerbecker Berg aufgeschlossen ist. Die Geschiebemergelfläche lagert an den Hängen der Baumberge unmittelbar auf der Kreide. In einem Aufschluß unterhalb des Gasthauses Gerdes an der Straße Nottuln-Havixbeck sehen wir einen 2 m mächtigen Geschiebemergel, der von einer etwa 0.70 m dicken Lösschicht überlagert, unmittelbar auf der anstehenden Kreide liegt. Wo sich der Geschiebemergel unmittelbar auf die Kreide legt, kann man an vielen Orten Eisdruckerscheinungen feststellen. Diese sind in besonders schöner Form dort ausgeprägt, wo das Eis zu Tage ausgehende härtere Schichtköpfe aufarbeitete. Einen der schönsten Aufschlüsse dieser Art fand ich in dem Steinbruch der Gemeinde Borghorst (westlich Borghorst an der Steinfurter Aa), wo die Sandmergel des oberen Emschers zu Tage ausstreichen (s. Tafel VI). Man sieht hier ausgezeichnet, wie das vorrückende Eis die oberen Partien einer Sandmergelbank vor sich ineinandergestaucht hat und dann, als der Widerstand der tiefer reichenden Bank zu groß wurde, über diesen Trümmerhaufen hinwegging. Ferner sieht man, wie die oberen Teile des Haufens noch mitgeschleppt worden sind. Die ganze aufgearbeitete Zone hat nur eine Tiefe von 1—1,5 m. In den tieferen Lagen ist von einer Beanspruchung durch das Eis nichts mehr festzustellen.

Südlich von Nottuln wurden unter dem Geschiebemergel in größerer Verbreitung bei Brunnenbauten Sande mit einer Mächtigkeit von oft mehreren Metern angetroffen. Über Tage fand ich sie nie aufgeschlossen. Ich muß mich daher auf die übereinstimmenden Aussagen der Brunnenbesitzer und Brunnenbauer verlassen.

In den größeren Tälern des westlichen Teiles — (gemeint sind das Honigbach-, Berkel- und das Vechtetal) — herrschen im Gegensatz zum Tal der Steinfurter Aa mächtige Sande vor.

Die Sande, die im Berkeltal westlich Billerbeck in Brunnenbohrungen bis zu Tiefen von 15—20 m unter Flur angetroffen wurden, lassen sich bis weit hinauf in die Trockentäler verfolgen. Ausgezeichnet sind diese Sande in den großen Sandgruben östlich von Billerbeck an der Sägemühle aufgeschlossen. Die Grube nordwestlich des Weges, der an der Sägemühle von der Straße Billerbeck-Bombeck nach Nordosten abgeht, zeigt an der N 40° O streichenden Wand das in Abb. 7 angegebene Profil.

Die zweite größere Grube auf der anderen Wegseite hat eine Tiefe von 8—10 m. An der N 50° O streichenden Wand sind zu unterst gut diagonalgeschichtete feine bis mittelfeine, selten gröbere Lagen aufweisende Sande

aufgeschlossen, die im Hangenden diskordant von einer ca. 1 m mächtigen Schicht sandigen Lehmes mit nordischen Geschieben überlagert werden. An der Ostwand treten uns feine bis mittelfeine, teils sehr fein gebänderte Lagen von Sand entgegen, die von Schotterlinsen überlagert werden, die sich an der Basis aus gut gerundeten Schottern aus Billerbecker und Baumberger Sandstein ohne nordisches Material zusammensetzen und erst in den höheren Teilen dicht unter der sie überlagernden Geschiebemergeldecke reichlich nordisches Material führen. Die Schotterlinsen erreichen eine Mächtigkeit von 0—0,70 m. Der Geschiebemergel hat eine Mächtigkeit von 1,50 m. Die obersten Schotter zeigen gegenüber den unteren eine sehr schlechte Kantenrundung, was auf einen schnellen Transport und einen kurzen Transportweg hindeutet. Die Sande mit der Schotterdecke aus vorwiegend einheimischen Material lassen sich in dem Trockental an der Straße Billerbeck-Bombeck bis auf die Höhe verfolgen.

An der Basis lagern auch hier, wie Schürfe und aus Fuchsbauten ausgewühltes Material zeigte, helle feine bis mittelfeine Sande. Bei der letzten größeren Kanalunterführung liegen am Nordhang des Tales über feinen Sanden Schotter, wie sie in der großen Grube gefunden wurden. Ein Schurf zeigte, daß auch sie zum Hangenden hin eine Anreicherung von nordischem Material erfahren. Die Grundmoräne ist hier ausgewaschen, bzw. abgetragen. Die Schotter werden vielmehr von einer 2,5—3,0 m mächtigen Decke von Löß überlagert. Besonders gut ist diese Lößdecke bei der letzten Gabelung des Tales zu beobachten. Der nördlich abzweigende Arm des Tales endet in der bereits von Wegner (1926) abgebildeten altdiluvialen Rinne, die nördlich der Bahn Billerbeck-Münster aufgeschlossen ist. Sie ist mit dem heutigen Trockentallauf in Verbindung zu bringen.

Der Aufschluß zeigt zu unterst feine bis tonige Sande, die mit Lagen von Bändertonmergel wechseln und nach dem Hangenden zu grober werden. In den oberen Lagen führen sie bereits nordisches Material. Sie werden von einer ca. 50 cm mächtigen Schicht von schwach sandigem Ton überlagert, die in westlicher Richtung an Stärke zunimmt. Diskordant über den sandigen Tonen liegt eine bereits stark ausgewaschene Grundmoräne.

Ein weiteres Trockental befindet sich östlich des Bahnhofs Billerbeck nördlich der Straße Billerbeck-Beerlage. Im Oberlauf des Tales sind noch die Kalksandsteine angeschnitten. Weiter talab zeigten Schürfe, daß auf dem Kalksandstein Sande von größerer Mächtigkeit auflagern, die von einer 2—3 m mächtigen Geschiebemergeldecke überlagert werden. Die in dem oben angeführten Trockentallauf einwandfrei zwischen Sanden und Geschiebemergel festgestellten Schotter konnten hier wegen der schlechten Aufschlußmöglichkeiten nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Ein größeres Trockental tritt uns dann südöstlich des Gehöftes Ewelt in Gantweg entgegen. An der Straße Billerbeck-Darfeld lassen sich am Nordhang des Tales soweit der Fichtenbestand reicht am Hang gelbe mittelfeine Sande in größerer Mächtigkeit nachweisen, die sich mit wenigen Lücken bis zum Gehöft südlich Wenker weiter verfolgen lassen. Bei der hier vorhandenen Wegegabelung nehmen sie mit 2—3 m Mächtigkeit bis zum anstehenden Kalksandstein eine große Fläche ein. In dem Aufschluß am Hof Wenker ist die Auflagerung der Sande auf den Kalksandstein gut zu beobachten. Hier lagern auf den Kreideschichten 30—35 cm mächtige mittelfeine bis gröbere Sande auf, die im Hangenden von einer 1,50 m mächtigen sandig bis lehmigen Schicht von verschwemmtem Löß und von Grundmoräne überlagert

werden. Weiter talab zeigt ein kleiner flacher Aufschluß in der Weide westlich der Bahn Billerbeck-Coesfeld östlich Gantweg hellgelbe Sande, die von einer 1 m mächtigen Decke stark sandiger Grundmoräne überdeckt werden.

Es bliebe in diesem Zusammenhang noch ein ca. 3 m tiefer Aufschluß in der Nähe der heutigen Berkelquelle zu erwähnen, der an einer der Berkel parallel verlaufenden Geländekante, liegt, die sich 3 m über den Berkelspiegel erhebt. An der Basis des Aufschlusses liegen gut geschichtete mittelfeine gelbe Sande. Bei ca. 1 m unter Gelände werden sie von Schotterlinsen bis zu 30 cm Mächtigkeit überlagert, über denen sich größere einheimische Geschiebe befinden. Der Geschiebemergel reicht in Schlotten z. T. in die liegenden Sande hinab. An den Flanken dieser Schlotten befinden sich dünne Schotterbänder. Die Grenzfläche zwischen den Sanden und Schottern ist sehr unregelmäßig ausgebildet.

Ein für die Trockentäler in diesem Gebiet sehr charakteristischer Aufschluß befindet sich auch oberhalb des Dorfes Oberdarfeld. In dem oberen ca. 15 m breiten und gut 5 m tiefen Aufschluß liegen zu unterst mittelfeine bis grobe gut geschichtete Sande ohne nordischem Material. Sie werden von einer Schicht gut kantengerundeter Schotter aus vorwiegend einheimischem und nur untergeordnet nordischem Material in den oberen Lagen überlagert. Die Schotter haben im östlichen Teil des Aufschlusses eine Mächtigkeit von 4 m, keilen aber im westlichen Teil aus. Überlagert wird das Ganze von einer im östlichen Teil 1,20 m und im westlichen 2 m mächtigen Grundmoräne mit reichlich nordischem Material.

Weiter zum Dorf hin zeigt eine Sandgrube an der Basis eine Wechsellagerung von schwach lehmigen bis tonigen Sanden mit hellen groben Sanden und erinnert so an den Aufschluß nördlich der Bahn Billerbeck-Münster in der altdiluvialen Rinne. Die Deckschotter wurden nur in einer kleinen Schmitze mit geringer Mächtigkeit festgestellt. Auch hier werden die Sande von einer Decke sehr sandiger Grundmoräne überlagert.

Was sagen uns diese Aufschlüsse? Aus der Bedeckung der Sande mit Geschiebemergel ist zu erkennen, daß sie bereits vor der Eisbedeckung, die in unserem Gebiet der zweiten norddeutschen Vereisung entspricht, abgelagert sein müssen. Es läßt sich in diesem engen Raum nicht feststellen, ob es sich um ein Äquivalent der ersten Vereisung oder um Vorschüttungssande der zweiten Vereisung, bzw. um prä- oder interglaziale Sande handelt.

Wir können aber aus den mächtigen Sanden des Berkeltales schließen, daß das präglaziale Relief unseres engeren Gebietes weit ausgeprägtere Formen aufwies, als sie uns jetzt entgegentreten. Wichtig ist auch, festzuhalten, daß die Sande weiter unterhalb im Berkeltal keine Bedeckung mit Geschiebemergel mehr aufweisen, ihnen sind auch keine Lagen, die auf Geschiebemergel hindeuten könnten, eingeschaltet. Es ist der Geschiebemergel hier bereits der Erosion zum Opfer gefallen. Auffallend ist auch, daß der Geschiebemergel den Sanden in den verschiedensten Höhenlagen auflagert. Deutlich zeigen sich diese Höhendifferenzen zwischen den großen Aufschlüssen an der Sägemühle in Billerbeck und dem Aufschluß an der Steilkante an der Berkelquelle. Die verschiedene hier zu erkennende Höhenlage der Auflagefläche des Geschiebemergels läßt erkennen, daß es sich um Sande handelt, die von der Saaleeiszeit abgelagert und zum Teil wieder abgetragen wurden, so daß nur die vor Eindringen des Eises noch vorhandenen Reste vom Geschiebemergel bedeckt wurden.

Es läßt sich in diesem engen Raum nicht entscheiden, ob nicht auch junge Bodenbewegungen vor dem Eindringen des Eises die mächtige Sand-

aufschüttung begünstigt haben und eine jungdiluviale Hebung des Gebietes diese einer stärkeren Erosion ausgesetzt hat, was ein neues Einschneiden der Bäche und vielleicht auch ein Tieferlegen des oberen Grundwasserspiegels in den Kalksandsteinen und ein damit verbundenes Tieferlegen des Quellhorizontes zur Folge hatte. Es würde dies die Existenz der Trockentäler leicht erklären, denn an einigen dieser Trockentäler treten auch heute noch bei sehr hohem Grundwasserstand in den oberen Läufen kleine Quellen auf. Doch können dies nur Vermutungen sein, deren Richtigkeit Untersuchungen in einem größeren Raume beweisen müßten.

In den Sandgebieten treten im Nordwesten, bei Epe, wie auch im Nordosten bei Hollich und im Südwesten zwischen Lette und Groß-Reken ausgedehnte alluviale Moore auf, die im westlichen Münsterland Venn genannt werden.

Zu bemerken bleibt noch der flache Sandrücken bei Ahlintel, auf dem das Wasserwerk der Gemeinden Burgsteinfurt und Borghorst liegt. Er ist ein Teil aus der zusammenhängenden Kette von Sandkuppen, die sich von Hoest über Sendenhorst, Albersloh, Hiltrup, Münster, Kinderhaus, Ahlintel bis nach Neuenkirchen verfolgen läßt. Es ist jene Kette von flachen Kuppen, die Wegner (1909, 1910) u. a. als Münsterländische Endmoräne ansehen.

Diese flachen Wälle werden von kreuzgeschichteten Sanden und Kiesen — selten sind über kopfgroße Geschiebe darunter — aufgebaut. An der Basis dieser Wälle zieht sich eine in die Kreide eingewachsene Rinne hin, deren tiefster Punkt beim Wasserwerk Burgsteinfurt ca. 19 m unter Flur liegt. (s. Abb. 8). Die Kiese — (ich möchte sie als Schotter bezeichnen) — zeigen stets gut gerundete Kanten, was auf einen längeren Wassertransport hindeutet. Auch die Lagerung der einzelnen Schotter läßt die alte Fließrichtung noch deutlich erkennen. Die auffallend enge Kreuzschichtung zeigt, daß es sich hier um ein in seinem Lauf schnell wechselndes Wasser gehandelt haben muß, welches die Kiese und Sande zur Ablagerung brachte. Ich konnte an anderer Stelle (Schneider, 1939) den Beweis erbringen, daß diejenigen Recht hatten, welche in diesem Sandrücken einen Wallberg sahen.

f) Der tektonische Bau.

Die Hügelgruppe der Baumberge bildet das Tiefste der großen Münsterländischen Kreidemulde, deren Achse auf der Linie Beckum-Darfeld zu suchen ist.

Eine Anzahl von Störungen unterteilen den im großen vorhandenen muldenförmigen Bau der Baumberge (s. Abb. 9, Tafel XI). Die SO-NW streichende Zentralmulde, deren Kern wir in den Schichten der Kalksandsteinbänke zu suchen haben, wird südlich von Billerbeck von einer streichenden Störung zerschnitten und der Nordostflügel abgesenkt. Die Störung ist vermutlich jünger als die Faltung, da sich die muldenförmige Schichtlagerung auch noch südwestlich der Störung erkennen läßt. Einen gewissen Abschluß der Zentralmulde im Südwesten bildet eine schwache Aufsattelung im Honigbachtalgebiet. Diese Aufsattelung zeigt einen ost-westlichen Verlauf, die beiden Sattelflanken zeigen ein Einfallen von 1—2° in nördlicher bzw. südöstlicher Richtung. Dieses Einfallen ist in den verschiedenen Aufschlüssen immer deutlich feststellbar. Am südlichen Abfall der Roruper Mark zeigen die Schichten des oberen Untersenons ein Einfallen von ca. 5° N, was den Schluß nahelegt, daß wir in der Roruper Mark eine kleinere Spezialmulde zu suchen haben.

Im Nordwesten wird die Mulde vom Schöppinger Sattel begrenzt, dessen Vorhandensein in den Aufschlüssen am Schöppinger Berg deutlich zu sehen ist; denn die Aufschlüsse zeigen dort stets ein Einfallen der Schichten mit 5—6° nach NO. Im SW-Teil des aufgelassenen Steinbruchs an der Kapelle auf der Höhe des Schöppinger Berges zeigt sich ein deutliches Umbiegen der Schichten in eine horizontale Lage. Seine Fortsetzung muß dieser Sattel, wie verschiedene Brunnenbohrungen zeigen, in südöstlicher Richtung zwischen dem Hauptmassiv und dem Altenberger Höhenrücken haben. Eine weitere Aufsattelung tritt im Buchenberg auf, wo die Schichten des oberen Emschers auftauchen. Die Sattelachse fällt, wie die Aufschlüsse an der Windmühle in Hollich, bei Eschmann und im Steinbruch der Gemeinde Borghorst zeigen, nach SO ein [6]).

Zwischen Burgsteinfurt und Schöppinger Sattel liegt die flache Altenberger Mulde. Ihr Nordostflügel zeigt mit 10° ein steileres Einfallen als der Südwestflügel. Sie ist im ganzen schlecht aufgeschlossen.

Teil III.

Der geo-hydrologische Aufbau.

Die geo-hydrologische Aufnahme eines Gebietes muß sich ganz bestimmte Ziele setzen. Es dürfen nicht nur allgemein die einzelnen Schichten auf ihre Wasserführung hin untersucht werden, sondern es sollen ebenfalls die Möglichkeiten der Gewinnung des Wassers aus denselben in den Kreis der Betrachtung einbezogen, sowie die Möglichkeit der Beanspruchung der Brunnenanlagen soweit diese durch eingehende und ausreichende Versuche möglich ist, klargestellt werden. In der geologischen Übersicht haben wir bereits einen Einblick in die verschiedene Ausbildung und Lagerung der einzelnen Schichtenfolgen gewonnen. Es soll im folgenden versucht werden, dieselben nach den oben gegebenen Gesichtspunkten zu untersuchen.

a) Oberemscher.

Es wurde schon gezeigt, daß der obere Emscher einen nicht unerheblichen Fazieswechsel aufweist. Die faziellen Unterschiede werden sich naturgemäß auch in dem Verhalten der einzelnen Schichten dem Wasser gegenüber zeigen müssen.

Der obere Emscher tritt uns im nordöstlichen Teil unseres Gebietes bei Burgsteinfurt am Buchenberge und Seller Esch in einer sandigen Mergelfazies entgegen (s. S. 10). Er zeigt eine ausgesprochene Wechsellagerung sandig mergeliger bis sandig kalkiger Bänke, (die zum Teil linsenförmig stärker verfestigt sind), mit bis zu 10 cm mächtigen Tonmergellagen. Die sandigen Mergel- und Kalkbänke sind gut geklüftet. Die Klüfte zeigen nicht selten eine Weite von mehreren Zentimetern. Hierin sammelt sich das Wasser zu einem abbauwürdigen Vorrat an. Das Porenwasser spielt wegen des geringen Porenvolumens bei den hier betrachteten festen Gesteinen, außer bei den Sandmergeln des unteren Obersenons (s. S. 12), nur eine untergeordnete Rolle. Es handelt sich im Wesentlichen nur um Kluftwasser. Aus diesem Grunde

---

[6]) Vielleicht ist der Burgsteinfurter Sattel die Fortsetzung des Ochtrupper Sattels.

wird in diesem Teil auf die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen kaum Bezug genommen. Die am stärksten geklüfteten Gesteine, also die festen kalkigen Bänke, enthalten, wie die vorhandenen Bohrungen bestätigen, den größten Wasservorrat. Die schlecht geklüfteten sandig mergeligen Schichten dagegen liefern nur wenig Wasser. Noch weniger Wasser geben die Tone und Tonmergel ab. Sie stellen ein Dichtungsmittel dar, das den Austausch des unter und über ihnen lagernden Wassers in den klüftigen kalkigen und sandigen Mergeln verhindert. Sie zerlegen demnach die ganze Schichtenfolge in eine große Anzahl von Wasserträgern.

Gehen wir weiter nach Westen, so stellt sich, im oberen Emscher eine sandig tonige Fazies ein. Mit dem Wechsel der Fazies ändern sich auch die hydrologischen Verhältnisse. Die sandigen Tonmergel zeigen auch eine regellose Klüftung. Die einzelnen Klüfte erreichen jedoch nur einen Querschnitt von wenigen mm, was bei der relativen Plastizität des Gesteins nicht weiter verwundern darf. Doch sind die Tonmergel, wie sie uns wesentlich von Ahaus entgegentreten, nicht wasserleer. Es ist hier vor allem das Porenwasser Gegenstand der Gewinnung. Pflegt man in der Gegend von Burgsteinfurt schon mit einer Bohrung von 65 mm Durchmesser Wassermengen zu erschliessen, die für einen Bauernhof genügen, so reichen Bohrungen mit so geringen Durchmesser hier natürlich kaum aus, um ein Einfamilienhaus mit der genügenden Wassermenge zu versorgen. Es müssen hier schon Bohrungen mit weit größerem Durchmesser ausgeführt werden. Dann kann man auch hier in dem weniger günstigen Gestein, eine Stundenleistung von mehreren cbm erzielen.

Die sandige Fazies im SW zeigt in der Regel eine ausreichende Wasserführung. Doch kann man hier wegen der geringen Standfestigkeit des Gebirges die Brunnen nich unverrohrt lassen.

b) Das untere Untersenon.

Das untere Untersenon mit seinen fetten Tonmergeln im nördlichen Teil des Gebietes spielt für die Wassergewinnung keine Rolle. Die Tonmergel geben wohl wenige Liter Wasser in der Stunde von dem in den oberen Schichten gespeicherten Wasser ab, sind aber nicht geeignet, größere Mengen zu liefern. Die oberen Schichten sind durch die Wasseraufnahme stark aufgequollen, wodurch sie sehr dicht werden und dem Wasser dann den Zutritt zu den unteren Schichten versperren, sodaß diese in der Regel trocken sind. Wo sie aber im Westen sandiger werden, sind auch sie in der Lage, Wassermengen, die für kleineren Bedarf ausreichen, zu liefern. Im SW, wo das untere Untersenon in rein sandige Fazies übergeht — (Halterner Sande) —, sind auch größere Wassermengen aus ihm zu gewinnen.

c) Das obere Untersenon.

Das obere Untersenon, das sich aus härteren Kalkmergeln und tonigeren Mergeln aufbaut, welche miteinander wechsellagern, ist für die Wasserversorgung unseres Gebietes eine sehr wichtige Schichtenfolge. Die festeren Kalkmergel weisen eine starke und enge Klüftung auf. In den Klüften sammelt sich das Wasser zu größeren Mengen an. Die dünneren tonigen Lagen quellen bei der Berührung mit dem eindringenden Wasser stark auf, wodurch sie zu einer dichten Masse werden und so die gesamte Schichtenfolge in viele einzelne Wasserträger zerlegen. Die einzelnen Wasserträger sind aber

zum großen Teil wieder durch viele kleinere und größere Störungen miteinander verbunden. Es tritt aber auch der Fall ein, daß gut geklüfteten Mergelschichten an solchen Störungen die Wasserzufuhr abgeschnitten wird. Sie treten dann in einer solchen Bohrung als trockene Schichten auf. Solche tauben Schichten machen sich beim Anbohren von Wasser in tiefer gelegenen Lagen insofern bemerkbar, als das angebohrte Wasser die zu erwartende Steighöhe nicht erreicht, da es in den tauben Schichten abgesogen wird. Doch gleichen sich diese Erscheinungen in den meisten Fällen aus, wenn schon über der tauben Schicht Wasser erbohrt war, zu dem dann noch das aus größerer Tiefe aufdringende Wasser hinzukommt, sodaß die Absenkung nicht so erheblich ins Gewicht fällt.

Dem oberen Untersenon entnehmen fast alle Bohrungen am Rande der Baumberge und auf dem Altenberger-Nienberger Höhenrücken ihr Wasser. Diese Bohrbrunnen haben in der Regel einen Durchmesser von 65 mm. Sie sind aber trotz des geringen Durchmessers durchaus in der Lage, größere Mengen von Wasser zu liefern.

Die Ergiebigkeit dieser Bohrbrunnen mögen einige Daten belegen.

Das Wasserwerk der Stadt Coesfeld, welches sein Wasser den genannten Schichten entnimmt, verfügt über 8 Bohrbrunnen, von denen 5 54 m und 3 96 m tief sind. Von diesen Brunnen haben 3 eine lichte Weite von 300 mm, 4 eine solche von 240 mm und einer eine lichte Weite von 180 mm. Die Tageshöchstleistung der 8 Brunnen wurde mit 1700 cbm berechnet. Die Brunnen reichten bisher voll aus, um die Gemeinde Coesfeld auch in trockenen Jahren mit genügend Wasser zu versorgen.

Die seit 1926 in den einzelnen Jahren geförderten Wassermengen betragen:

1927	400 548 cbm
1928	407 291 cbm
1929	417 533 cbm
1930	445 253 cbm
1931	443 577 cbm
1932	429 949 cbm
1933	435 699 cbm
1934	426 754 cbm
1935	426 130 cbm
1936	435 198 cbm

Der Stand des Grundwassers hat, wie durch Kontrollmessungen festgestellt werden konnte, etwas nachgelassen. Der Grund ist aber nicht in der seit 1927 gesteigerten Entnahme zu suchen, sondern in der allgemeinen Veränderung der klimatischen Verhältnisse.

In der Gemeinde Nottuln, deren Wasserverbrauch aus dem oberen Untersenon durch eine Gruppenwasserversorgung sichergestellt ist, wurden gelegentlich der Brunnenbauten bei den einzelnen Brunnen eingehende Ergiebigkeitsmessungen durch Pumpversuche durchgeführt, die sehr günstige Ergebnisse hatten.

Das 41 m tiefe Bohrloch von 51 mm Durchmesser, das vor dem Hause des Installateurs Lenz in Nottuln, Burgstraße, niedergebracht wurde, steht bis zu einer Tiefe von 17 m in diluvialen Ablagerungen und in der wasserundurchlässigen Verwitterungsschicht der unteren Mergel. Bis zu der angegebenen Tiefe von 17 m ist das Bohrloch verrohrt. In einer Tiefe von 30 m

wurde unter Druck stehendes Wasser erbohrt. Dasselbe stieg im Bohrloch bis 6,00 m unter Flur auf.

Zu Beginn eines längeren Pumpversuches stand der Wasserspiegel 6,13 m unter der Oberkante des Rohres. Nach einer Pumpdauer von 110 Minuten war der Wasserspiegel bis auf 6,60 m unter Flur gesunken. Die in dieser Zeit geförderte Wassermenge ergab eine Leistung des Brunnens von 2,2 l/sek. Der Brunnen zeigt bei einer gleichmäßign Entnahme von $6600 \cdot 2{,}2 = 14{,}52$ cbm in 110 Minuten nur die geringe Absenkung von 0,47 m.

Ähnliche Ergebnisse liegen von dem Bohrbrunnen im Garten des Gastwirtes Bremer-Wissing in Nottuln vor. Der hier angelegte Bohrbrunnen hat die Mauritzstraße in Nottuln mit Wasser zu versorgen. Er muß das Wasser für 59 Haushaltungen mit 386 Personen, 46 Stück Großvieh und 115 Stück Kleinvieh liefern. Rechnet man nun in einer Dorfgemeinde mit einem täglichen Verbrauch von 50 Litern pro Person und pro Stück Großvieh sowie mit 15 Litern pro Stück Kleinvieh, so muß man mit einem Tagesverbauch von

$$(386 + 46) \cdot 50 + 115 \cdot 15 = 23{,}352 \text{ cbm}$$

rechnen.

Das entspräche, wenn man den größten Stundenbedarf gleich $^1/_5$-tel des maximalen Tagesbedarfes ansetzt, einer Leistung von

$$23 : 5 = 4{,}6 \text{ cbm} = 2300 : (5 \cdot 3600) = 1{,}3 \text{ Liter/sek.}$$

Der Brunnen zeigt bis zu einer Tiefe von 28 m folgendes Profil:

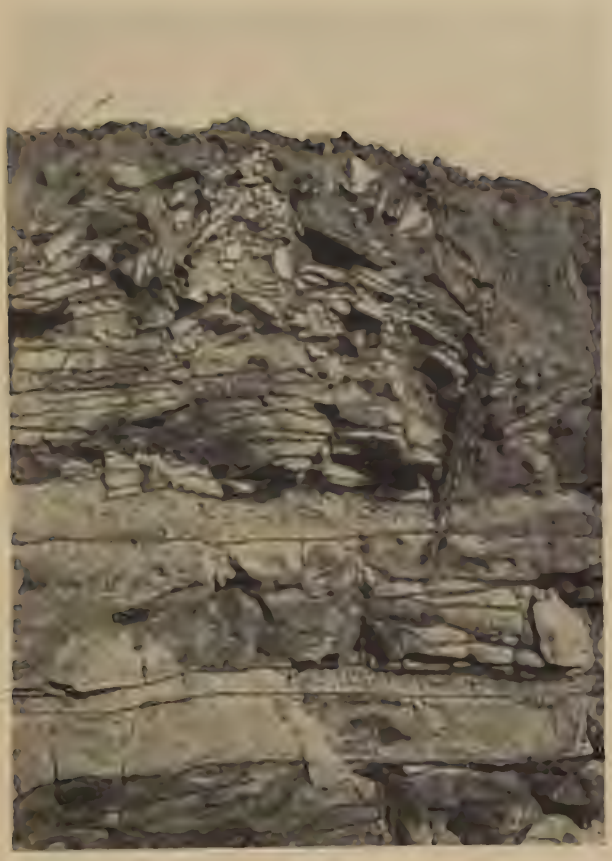
0.0 — 4.0 Lehm
4,0 — 6,5 Fließsand
6,5 — 9,8 m grober Sand
9,8 — 20,0 m feste Mergel mit weichen Mergeln wechsellagernd.

Bei einer Tiefe von 20 m zeigte sich ein starker Wasserandrang. Das Bohrloch ist bis zu einer Tiefe von 12,40 m durch ein Rohr mit einer lichten Weite von 70 mm verrohrt. Das Bohrloch steht demnach noch 2,80 m in festen Mergeln. Da die obersten Schichten der Mergel eine wasserundurchlässige Verwitterungsschicht zeigen, wird das Wasser aus den Sanden vom Brunnen abgehalten.

Der bei diesem Brunnen angestellte Pumpversuch zeigte folgendes interessante Ergebnis:

Lfd. Nr. der Messung	Messung Uhr	Dauer der Gefäßfüllung	Förderungsmengen L/sek.	L/min.	cbm/St.
1	9h 45	140 sek	4,28	257	15,43
2	9h 55	130 sek	4,62	277	16,62
3	10h 00	128 sek	4,70	282	16,88
4	10h 25	120 sek	5,00	300	18,00
5	11h 03	115 sek	5,22	313	18,70
6	12h 06	110 sek	5,46	328	19,64
7	12h 45	115 sek	5,22	313	18,70
Mittel aus 7 Messungen:		123	4,93	296	17,71

Es fällt auf, daß mit der Dauer des Pumpversuches die Zeit, welche nötig war, um einen 600 Liter Behälter zu füllen, abnahm. Diese Leistungssteigerung am Anfang der Förderung hängt damit zusammen, daß die feinen Teilchen, welche manche Wasserwege verstopften, herausgespült wurden.



Eisdruckerscheinungen im Steinbruch
der Gemeinde Borghorst.

Weitere in Nottuln vorgenommene Versuche in dieser Richtung zeigten ähnliche Ergebnisse. So wies der Bohrbrunnen der Firma Rhode, welcher eine Tiefe von ca. 15 m hat, eine Leistung von 4,12 L/sek. auf, was einer Stundenleistung von 14,83 cbm gleichkommt. Der Wasserspiegel wurde während einer gleichmäßig hohen Beanspruchung mit 4,12 L/sek. Leistung über eine Zeit von 5 Stunden 30 Minuten nur um den geringen Betrag von 21 cm abgesenkt.

Der Bohrbrunnen bei Schürmann (hinter der Wirtschaft Lammerding nördlich der Kirche in Nottuln) ergab nach einer 7-stündigen Beanspruchung mit einer Leistung von 2,22 L/sek. eine Senkung des Wasserspiegels von 0,62 m. Der Brunnen, der bis zu einer Tiefe von 44,25 m gebohrt ist, zeigt folgendes Profil:

0,0 — 8,0 „Senkel“ [7]).
8,0 — 12,0 feiner blauer Sand.
12,0 — 44,25 feste und weiche Mergelbänke in Wechsellagerung.

Der Brunnen ist bis zu 15,90 m verrohrt.

Es läßt sich feststellen, daß gerade im Gebiet von Nottuln, wo diese eingehenden Ergiebigkeitsmessungen vorgenommen worden sind, das obere Untersenon ein nicht zu unterschätzendes Wasserreservoir darstellt, das auch in der Lage ist, Wasser für größere Industrieunternehmen bereitzustellen.

Am nordöstlichen Rand der Baumberge liegen leider so eingehende Versuche noch nicht vor. Die einzige mir bekannt gewordene sichere Angabe stammt vom Schulbrunnen in L a e r. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die unteren Mergel hier nur noch eine geringe Mächtigkeit haben. Der Brunnen ist bis zu einer Tiefe von 17 m mit einer lichten Weite von 65 mm niedergebracht. Er soll, wie durch einen Pumpversuch festgestellt wurde, eine Stundenleistung von 2500 Litern erzielen können.

Keine große Ergiebigkeit zeigen in der Regel Schachtbrunnen, die wir dort vorfinden, wo das obere Untersenon dicht zu Tage ansteht. Diesen Brunnen, die sehr leicht trocken werden, ist stets eine große Schwankung zu eigen. Sie stehen im Einzugbereich eines tiefer gelegenen Grundwasserstockwerkes. In diesen Gebieten wären Bohrbrunnen den Schachtbrunnen vorzuziehen.

Wenig ergiebig sind die Schichten des oberen Untersenons auf dem Altenberger-Nienberger Höhenrücken. Ihre Ausbildung hier ist keine andere, als im Hauptmassiv selbst. Trotzdem liefern Bohrbrunnen mit einer Tiefe von 20—25 m in mittel trockenen Sommern nur etwa 30—40 Liter in der Stunde. Die Ursache für den Wassermangel des Altenberger Gebietes ist im tektonischen Bau des Höhenrückens zu suchen. Wir haben hier eine flache Mulde, deren SW-Flügel nur eine schwache Neigung zum Muldeninnern zeigt, der NO-Flügel dagegen zeigt ein Einfallen von 10°. Altenberge liegt zum größten Teil auf dem steileren NO-Flügel der Mulde. Das Wasser, welches auf der Nordostseite des Höhenrückens seinen Weg in das Innere der Mulde findet, wird in den klüftigen Kalkmergelschichten schnell in den tieferen Teil geleitet und tritt in periodisch fließenden Quellen an der tiefer gelegenen Südwestseite zu Tage, oder sammelt sich in dem flachen Schichtpaket des oberen Untersenons, das sich zwischen dem Hauptmassiv und dem Altenberger Höhenrücken auf die Tonmergel des unteren Untersenons legt. Es können also nur nach Zeiten starker Niederschläge größere Mengen von Wasser in den höheren Teilen der Mulde angesammelt sein und nur dann können die Quellen auf der Südwestseite fließen.

---

[7]) „Senkel“: Bezeichnung der Brunnenhauer für Lehm und lehmigen Sand.

Die Wasserknappheit wird noch stark durch die schlechte Versickerungsmöglichkeit auf dem größten Teil des Höhenrückens beeinflußt. Weit ausgedehnte Flächen sind mit einer stark wasserstauenden Schicht von Geschiebemergel oder mit einer ebenfalls nicht geringen Schicht von Verwitterungslehm der Mergel bedeckt. Diese Schichten saugen sich bei anhaltenden Niederschlägen schnell voll und stauen das Wasser über sich, ohne viel in den tiefereen Untergrund durchzulassen. Ein weiterer ungünstiger Umstand ist die geringe Niederschlagshöhe des Altenberger Höhenrückens gegenüber dem Hauptmassiv.

d) Das untere Obersenon.

Im zentralen Teil der Baumberge reichen die Brunnenbohrungen in der Regel bis in die Schichten des unteren Obersenons herab. Sie sind sehr ergiebig, wenn sie auch beim Pumpen nicht die Leistungen aufweisen, wie wir sie bei den Bohrbrunnen in Nottuln sahen, die im oberen Untersenon stehen. Die geringe Leistung ist nicht in der geringeren Ergiebigkeit dieser Schichten begründet, sondern in dem großen Wasserverlust, den die in die Kalkmergel des unteren Untersenons niedergebrachten Bohrungen in den hangenden klüftigen Kalksandsteinen erleiden, wenn es nicht gelingt, den Abfluß in das Nebengestein zu vermeiden.

Wo die Mergel des unteren Obersenons nur als eine gering mächtige Schicht auf den Mergeln des oberen Untersenons auflagern, oder wo sie mit flacher Lagerung zu Tage ausgehen, sind sie vermöge ihres großen Porenraumes in der Lage, kleinere, schwebende Grundwasserspiegel zu bilden (s. S. 12). Hier findet man dann auch in beschränkter Zahl Schachtbrunnen, die je nach der Mächtigkeit der Schichten eine Tiefe von 2—12 m aufweisen. Bei der Anlage dieser Brunnen kommt es darauf an, möglichst das ganze Schichtpaket auszunutzen. Hierbei darf man aber die Grenzschicht zwischen den obersenonen und untersenonen Mergeln nicht durchstoßen; denn die untersenonen Mergel sind in diesen Höhenlagen wasserleer. Die flacheren Brunnen in den obersenonen Mergeln, wie wir sie am Coesfelder Berg und nordöstlich des Billerbecker Berges finden, sind im Sommer in der Regel trocken, da die wasserliefernde Schicht nicht mächtig genug ist und das Wasser in dem sehr porösen Gestein schnell der Verdunstung zum Opfer fällt. Diese Brunnen haben dann auch fast alle einen Zufluß aus Dachrinnen. Die hier gewählte Art der Wasserversorgung aus Rinnenwasser ist aus hygienischen Gründen abzulehnen.

e) Das obere Obersenon.

Die Serie der Kalksandsteinbänke wird durch das zweimal auftretende Profil der Werktseinbänke, das jeweils mit einer dichten blauen Kalkmergelbank abschließt, in zwei voneinander getrennte Grundwasserstockwerke zerlegt. Die beiden Wasserstockwerke kommen aber heute für die Wasserversorgung von Mensch und Vieh nicht mehr in Betracht, da die Gewinnungsmöglichkeit mit großen Schwierigkeiten verbunden sind. In früheren Jahren machte man sich die Mühe und meißelte tiefe Schachtbrunnen in diese Schichten ein, um die zum Teil sehr tief liegenden Wasserhorizonte zu erschließen, da man die heute immer mehr verwandte Bohrbrunnen noch nicht kannte. Die vorhandenen Schachtbrunnen stehen zum Teil in dem oberen, zum Teil auch in dem unteren Wasserstockwerk. Der tiefste Brunnen dieser Art ist der auf dem Hofe des Bauern Meier in Uphoven, der eine Tiefe

von 53,75 m hat und im unteren Stockwerk der Kalksandsteinserie steht. Der Wasserspiegel liegt in diesem eben genannten Brunnen bei 38—50 m unter Flur. Die Schwankung ist von der Dauer und Höhe der jeweiligen Niederschläge abhängig. Er wird aber nach Aussagen des Besitzers nicht trocken. Heute wird er nicht mehr benuzt. Man gebraucht lieber das Regenwasser, da das Heraufholen des guten Wassers aus dem tiefen Brunnen zu beschwerlich ist. Die Brunnen, die im oberen Wasserstockwerk stehen, das sich über der obersten blauen Kalkmergelschicht (s. S. 14) der oberen Werksteinbank ausbildet, haben eine Tiefe von 7—26 m, je nach der Tiefenlage des Wasserstauers. Ist diese Schichtenserie für die Wasserversorgung von Mensch und Vieh von nur geringer Bedeutung, so zeigt sie sich aber bedeutungsvoll für die Wasserversorgung der aus den Baumbergen kommenden Bäche. Durch die Lage in der Zentralmulde stellt die Schichtenfolge der Kalksandsteine einen großen Sammelbehälter für die reichlich vorhandenen Niederschläge dar. Entleert wird dies Sammelbecken durch die bei 140 und 120 m über NN austretenden Quellen. Es handelt sich bei diesen Quellen um Überlaufquellen, von denen die bei 140 m austretenden nur periodische Quellen sind.

f) Die diluvialen Bildungen.

Eine für die Hydrologie immer noch wichtige Schichtenfolge stellen die diluvialen Bildungen dar.

1. Wallberge.

In dem dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungsgebiet haben wir den Wallberg von Ahlintel. Er ist eines der ergiebigsten diluvialen Wasserreservoire, das sich in dem zu betrachtenden Raume nachweisen ließ. In der tiefen Rinne, welche unter dieser mächtigen Anhäufung von Sanden und Kiesen in die darunter anstehende tonig ausgebildete Kreide ausgewaschen ist, wird dem Wasser die Möglichkeit gegeben, sich in sehr großen Mengen anzusammeln. Die Wasservorräte des Wallberges von Ahlintel werden von dem Wasserwerk der Gemeinden Burgsteinfurt und Borghorst für die Wasserversorgung ausgenutzt. Es wurden 6 Brunnen bis auf die Sohle der Rinne niedergebracht. Trotz der erheblichen Wasserentnahme von ca. 60 000 bis 70 000 cbm im Monat läßt sich kaum eine merkliche Beeinflussung der umliegenden Brunnen, welche demselben Horizont ihr Wasser entnehmen, feststellen (s. Abb. 10).

2. Sande.

Hier kommen wir zu einer der wichtigsten Ablagerungen des Diluviums und Alluviums. Wo der Hydrologe in einem flachen oder wenig geeigneten Gelände Sande in größerer Mächtigkeit vorfindet, weiß er, daß es nicht allzu schwer sein wird, Wasser in größeren Mengen zu erschließen. Voraussetzung für einen guten Wasservorrat bei Sanden ist, daß sie eine genügende Mächtigkeit besitzen und nicht unmittelbar auf leicht durchlässigem Gestein lagern. Im nördlichen Teil unseres Gebietes haben wir es nun fast ausschließlich mit der Wassergewinnung aus Sanden, teils diluvialen teils alluvialen Alters zu tun. Der weitaus größte Teil des Meßtischblattes Metelen und der ganze nördliche Teil des Blattes Burgsteinfurt wird von diesen Bildungen eingenommen. An den Hängen der Hügel nimmt die Mächtigkeit der Sande und damit auch die Wasserführung schnell ab. Doch sobald das

Gelände flacher wird, wie etwa in der Gemeinde Leer am Nordabfall des Schöppinger Berges, erreichen die Sande schnell eine Mächtigkeit von 6—7 m. Bei Metelen nahe der Vechte treffen wir sie schon in einer Mächtigkeit von 10—12 m an. Die Sande sind sehr wasserreich, da sie den tieferen Teil eines großen unterirdischen Wassersammelbeckens ausfüllen, das nur nach Norden im Tal der Vechte eine relative geringe Ausflußöffnung besitzt (s. Tafel IX). Schon einfache Rammpumpen reichen aus, um einen mittleren Hof mit ausreichend Wasser zu versorgen. Dieselben Verhältnisse treten uns im oberen Teil des Vechtetales in der Mulde von Eggerode entgegen. Doch sind hier die Sande nicht ausschließlich die wasserliefernde Schicht, obwohl sie reichlich mit Wasser angefüllt sind. Hier tritt die Wasserversorgung aus dem oberen Untersenon in den Vordergrund, da das aus ihnen gewonnene Wasser weniger Eisen usw. enthält und da es sehr leicht in Tiefen von 20 m unter Flur zu erschließen ist. Hinzu kommt noch, daß der Wasserspiegel des gespannten Wassers aus dem oberen Untersenon sehr geringen Schwankungen unterworfen ist und an manchen Stellen sogar das ganze Jahr hindurch über Oberkante Erde liegt. Es ist also zum Teil artesisches Wasser. In den Flußtälern der Berkel, des Honigbaches und der Stever haben wir ähnliche Verhältnisse. In der Nähe der Läufe der Steinfurter und der Münsterischen Aa haben wir keine so ausgedehnten und mächtigen Sande. Sie stellen sich bei der Steinfurter Aa erst nach dem Durchbruch am Buchenberge ein. Wo sie an den beiden Bächen auftreten, sind sie ein willkommener Wasserträger, da in diesem Raume im tieferen Untergrund nur in begrenzten Gebieten gespanntes Wasser zu erschließen ist und die weiten Geschiebemergelflächen einen schlechten Wasserspeicher darstellen.

3. *Grundmoräne.*

Der Geschiebmergel bzw. Geschiebelehm, kann im großen und ganzen als undurchlässig gelten und ist daher geeignet, sowohl eine wassertragende Sohle oder eine wasserstauende Deckschicht zu bilden.

Als wassertragende Sohle tritt der Geschiebemergel bei uns nur in ganz eng begrenzten Gebieten auf. Weit verbreitet sind dagegen die Flächen, wo der Geschiebemergel sich wie eine Decke über die unter ihm liegenden Sande und Kreidemergel legt. In trockenen Zeiten ist der Gschiebemergel von vielen kleineren und größeren Rissen durchzogen. Bei Regenfällen quillt der Geschiebemergel stark auf und die Risse werden verschlossen. Hat der Geschiebemergel seinen höchsten Wassergehalt erreicht, dann wird er so plastisch und dicht, daß er kaum noch Wasser einsickern läßt. Diese gestaute Nässe kann man im gesamten Gebiet, wo der Geschiebemergel auftritt, bei längeren Regenperioden feststellen. Im Frühjahr, wenn die Verdunstung noch sehr gering ist, stehen tiefer gelegene Äcker oft wochenlang unter Wasser und die junge Saat erstickt nicht selten darin. Die Stauwässer lassen sich nur durch eine ausgedehnte Oberflächendrainage beseitigen.

Die im Geschiebemergel niedergebrachten Brunnen gehören zu den wasserärmsten unseres Gebietes. Sie füllen sich zu Zeiten hoher Niederschläge, nach längeren Trockenperioden, solange die in diesen Zeiten entstandenen Risse im Material noch offen sind, schnell mit Wasser. Ist aber der Zustand erreicht, wo der Geschiebemergel sich mit Wasser vollgesogen hat und eine dichtende Masse bildet, dann gibt er an den Brunnen nur noch wenig und sehr langsam Wasser ab. Setzt dann zum Sommer hin die steigende Verdunstung ein, dann sinkt im beanspruchten Brunnen der Wasserspiegel

um mehrere Meter und oft ist der Brunnen schon im frühen Sommer trocken. An vielen Stellen hilft man sich durch große Reservebehälter, in die man dann noch zusätzlich Rinnenwasser leitet, über Zeiten größerer Trockenheit hinweg. Naturgemäß zeigen gerade diese Brunnen im Geschiebemergel die weitaus größten Spiegelschwankungen, besonders, wenn der Geschiebemergel auf durchlässigem Kreidemergel lagert. Solche Fälle finden wir besonders häufig am Altenberger-Nienberger Höhenrücken.

4. Löß.

Der Löß, der in unserem Gebiet ebenfalls eine weite Verbreitung hat, zeigt ähnliche Verhältnisse wie der Geschiebemergel. Infolge seines geringeren Gehaltes an toniger Substanz gibt er jedoch das Wasser ab und wirkt deshalb auch nicht in dem Maße wasserstauend wie der erstere. Für eine größere Wasserentnahme ist aber auch der Löß ungeeignet, da sein Porenvolumen und seine Kapilarität sehr groß sind, was die Wasserabgabefähigkeit sehr stark herabsetzt.

Die in den einzelnen Gegenden vorwiegend zur Wasserversorgung herangezogenen Gesteinskörper sind auf Tafel IV dargestellt.

Tafel V gibt einen Überblick über den geo-hydrologischen Aufbau des Gebietes der Baumberge.

g) Die Quellen.

Ein auffallendes Merkmal des immerhin kleinen Gebietes der Baumberge ist der ausgesprochene Quellenreichtum. Dies häufige Auftreten von Quellen ist sowohl durch den geologischen Bau, wie durch die klimatischen Verhältnisse des Gebietes bedingt. Eine beträchtliche Niederschlagshöhe und eine durch die geologische Struktur bedingte gute Versickerungsmöglichkeit sind die Grundlagen der großen Wasserlieferung des Bergmassivs. Haben wir doch hier, wie die Niederschlagskarte (Tafel I) zeigt, in dem höheren Teil der Baumberge die ansehnliche Niederschlagshöhe von über 850 mm im jährlichen Mittel. Ja in extrem nassen Jahren übersteigen die Niederschläge sogar die 1000 mm-Grenze.

Da über Quellschüttungen im Gebiet der Baumberge keine Beobachtungen vorliegen, und Quelltemperaturmessungen nur in geringem Umfange von H. Beyer (1932) durchgeführt wurden, soll über sie nur allgemeines gesagt werden.

Die Wassermengen, welche die einzelnen Quellen schütten, sind ganz verschieden und sehr stark von ihrer Lage in Bezug auf den geologischen Bau des Massivs abhängig. Die wasserreichsten Quellen liegen am Ostabfall des Hauptmassivs, wo, — wie schon erwähnt — sein Hauptwasserspeicher angezapft wird.

Die meisten Quellen liegen um die 80 und 100 m Isohypse, bei der der Hauptanstieg zu den höheren Teilen beginnt. Nur dort, wo die zentrale Mulde der oberen Mukronatenkreide angezapft wird, also die Stelle, an der die Quellen den schon mehrfach erwähnten höchsten Wasserspeicher anzapfen, steigt der Quellhorizont schnell bis zur 120 m Isohypse und an einigen Stellen geht er sogar über diese bis zur 140 m-Isohypse hinaus. Doch sind die hoch gelegenen Quellen in ihrer Wasserführung gewissen unregelmäßiger Perioden unterworfen. Die wasserreichsten perennierenden Quellen liegen um die 120 m-Isohypse. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich auch bei den

Quellen am Westabfall des Massivs, wo die des Schöppinger Berges und die Quellen des Honigbaches zu erwähnen sind. Stärkere perennierende Quellen finden sich noch am Fuße des Billerbecker Berges, die ihr Wasser der Berkel zuführen.

An der sich von Nienberge über Altenberge nach Burgsteinfurt hinziehenden Hügelkette haben wir es nach eingehenderen Beobachtungen von H. Beyer (1932) fast ausschließlich mit periodischen Quellen zu tun. Einige perennierende Quellen treten an den Hängen des Buchenbergs aus, die gefaßt sind und der örtlichen Wasserversorgung dienen. Diese Art von Wasserversorgung findet man auch noch an anderen Stellen, da sie bequem und meist unentbehrlich ist.

Das Bett der vielen Quellbäche zieht sich noch sehr weit über den eigentlichen Quellhorizont an den Hängen hinauf. Diese bis weit in das Massiv eindringenden Täler führen nur gelegentlich bei sehr heftigen Niederschlägen Wasser, das sich oberhalb der Quellen ansammelt. Oft aber erreicht das in sie eintretende Wasser gar nicht den Quellbach, sondern versickert bald. Die Talläufe sind in der Regel mit Sanden ausgefüllt, die dem Wasser die Möglichkeit geben, sehr schnell einzusickern, um dann entweder an ihrer Sohle weiterzufließen und in tieferen Lagen wieder in den Bachlauf auszutreten oder auch in den Klüften der unter den Sanden entstehenden Mergel und Kalksandsteine zu versickern, um dann an irgend einer anderen Stelle wieder zu Tage zu treten. Oft sind am Ausgang dieser Täler keine Quellen mehr vorhanden. Sie bilden dann reine Trockentäler. Es kommt auch vor, daß am Anfang eines solchen Trockentales eine kleine periodische Quelle vorhanden ist, deren Wasser aber nach kurzem Lauf in den Sanden versickert. Diese Quellen sind dann in der Regel die offenen Wasseraustritte eines eng begrenzten schwebenden Grundwasserspiegels; sie laufen somit nur in Zeiten großen Niederschlages.

Charakteristisch für das Wasser der meisten Quellen der Baumberge ist ein hoher Kalkgehalt, was durch den Kalkgehalt des Gesteins, aus dem sie kommen, leicht zu erklären ist. Einige Analysen gibt H. Beyer (1932) an [8]).

Eine Folgeerscheinung des großen Kalkgehaltes der Quellenwässer sind die in größerem Maße auftretenden Sinterablagerungen, die nicht nur in den oberen Teilen der Quellbäche anzutreffen sind, sondern noch bis weit in das Flachland verfolgt werden können. Ein schönes Beispiel liefert die Bombecker Aa, wo es zu regelrechten Sinterterrassenbildungen gekommen ist. In manchen Teilen sind diese Sinterablagerungen heute dem Auge durch eine Deckschicht diluvialer Sande etc. verschlossen. Solche verdeckten Sinterablagerungen findet man z. B. am Nordabfall des Schöppinger Berges am Hof Haverschulte, wo sie durch einige Kalkgruben aufgeschlossen sind. Der Kalksinter wird hier seines hohen Kalkgehaltes wegen zum Düngen benutzt.

Den weniger hohen Kalkgehalt der Lasbecker Aa-Quelle im Vergleich zu den anderen angeführten Quellen dürfte man wohl am ehesten dadurch

---

[8])

Art der Quelle	Datum	pH	Alkalinität ccm n HCL/L	CaO mg/L	MgO mg/L	Härte (D/Gr.)
Südlich Böving Langenhorst	28 1. 28	7,65	6,1	188,8	7,6	19,1
Lasbecker Aa	11. 1. 28	7,6	4,56	161,8	4,2	16,8
Südlich Lasbeck	11. 1. 28	7,65	4,6	167,5	5,2	17,5
Westlich Masbeck	11. 1. 28	7,60	5,45	183,5	5,8	19,2

erklären, daß sie auch Wasser aus kalkärmeren Schichten erhält; denn sie kommt nicht wie die anderen unmittelbar aus dem anstehenden Gestein, sondern hat ihren Ursprung am Ausgang eines längeren trockenen Tallaufes, dessen Sohle und Seiten mit mächtigeren Geschiebelehmen und -mergeln, sowie sandigeren Böden ausgefüllt sind. Die aus diesen Böden austretenden Wässer sind natürlich kalkärmer als das aus dem anstehenden Gestein austretende Wasser. Es wird somit der Kalkgehalt des letzteren durch das aus den oberen Schichten stammende Wasser herabgedrückt. Ein weiterer Anhaltspunkt für diese Annahme ist der Unterschied in der Wassertemperatur gegenüber den Quellen, die aus dem anstehenden Gestein direkt austreten. In den Messungen, die H. Beyer (1932) in größeren Abständen vorgenommen hat, zeigt sich, daß die Lasbecker Aa eine Schwankungsamplitude von 3° zeigte, wogegen die Quellen des Kückenbecker Baches und des Tilbecker Baches, die gleich aus dem anstehenden Gestein austreten, nur eine solche von 1,7° bzw. 1,5° aufwiesen. Die Quelle der Lasbecker Aa ist weit größeren Temperaturschwankungen unterworfen, da ihr viel Wasser aus den oberen Erdschichten zugeführt wird, das den Temperatureinflüssen der Luft stärker ausgesetzt ist.

h) Hydrographie.

Durch die isolierte Lage und die Besonderheit der geologischen Struktur und den Quellenreichtum nehmen die Baumberge in der Münsterschen Bucht eine Sonderstellung ein. Obwohl sie flächenmäßig nur eine geringe Ausdehnung besitzen, bilden sie doch das Hauptquellengebiet für fünf Flüsse.

Das Quellengebiet der Münsterischen Aa hat nur einen geringen Anteil am Hauptgebiet der Baumberge. Der Quellsaum, der ihr Wasser aus dem quellenreichen Massiv der Baumberg zuführt, hat nur eine Breite von ca. 5 km. Er liegt zwischen dem Krummer Bach und dem Schlautbach. Die wasserreichsten Quellen sind die des Krummer Bachs und des Hangs Bachs bei Poppenbeck. Weit weniger Wasser führen die Quellen am Fuße des Schapdettener Höhenzuges der Münsterischen Aa zu. Dieser Unterschied in der Wasserzuführung hat seine Ursache in der verschiedenen geologischen Struktur des Schapdettener Höhenzuges gegenüber dem Hauptmassiv. Neben den Quellen sind für die Wasserführung der Münsterischen Aa die oberflächlich abfließenden Wässer von großer Bedeutung, die ihr in einem ausgedehnten Netz von Gräben zugeleitet werden. Ein Teil ihres Wassers entnimmt sie auch den Quellen des Nienberger-Altenberger Höhenrückens. Doch ist die ihr hieraus zugeführte Wassermenge nicht so erheblich. Sie tritt hinter dem Anteil der Baumberge und des ihnen vorgelagerten Flachlandes stark zurück. Dies tritt besonders in trockenen Sommern deutlich in Erscheinung, denn nach H. Beyer sind die Quellen der Hügelkette von Altenberge und Nienberge zum großen Teil periodisch. Gerade in trockenen Sommern führen sie nur wenig oder gar kein Wasser. Es kommt auch vor, daß das aus ihnen ausfließende Wasser das tiefere Flachland garnicht erst erreicht, sondern schon vorher wieder versickert.

Weit größer ist das Quellengebiet der Stever. Ihre Quellbäche zapfen den ganzen Süd- und Südostabfall des Hauptmassivs an. Ein merklicher Unterschied fällt hier sofort auf. Die Quellbäche der Stever sind gegenüber denen der Münsterischen Aa weit in das Massiv eingeschnitten. Die erodierende Kraft des Wassers brachte die Quellbäche in Verbindung mit dem

großen Wasserspeicher des Hauptmassivs. Die wichtigsten Quellbäche sind die Stever selbst und der Nonnenbach, die sich später zur Stever vereinigen. Sie erhalten ihr Wasser aus den Quellen, die an der Flanke der zentralen Mulde austreten. Schon 1 km unterhalb der ersten Quelle reicht das Wasser der Stever zum Betreiben einer Mühle aus. Soweit die Stever in dem betrachteten Gebiet fließt, nimmt sie außer dem Helmer Bach kein erwähnenswerten Zuflüsse mehr auf, da der Schapdettener Höhenzug nicht geeignet ist, einen ergiebigen Quellhorizont zu bilden. Der Helmer Bach hat ein sehr enges Einzugsgebiet. Die Wasseraufnahme wird dazu noch stark durch die beträchtliche Lößbedeckung und die Bedeckung mit Geschiebemergel in den tieferen Lagen verhindert.

Der westliche Teil der Baumberge wird zur Zuider-See hin entwässert. Zu nennen ist hier in erster Linie die Berkel. Ihre Hauptquellen liegen am Fuße des Billerbecker Berges. Auch die Quellen des Südabfalles des Osterwicker Höhenzuges wie des Nordabfalles der Osthellermark führen ihr eine beträchtliche Wassermenge zu, wenn auch die Wasserführung der einzelnen Quellen gegenüber denen am Fuße des Billerbecker Berges geringer ist. Bei Coesfeld erfährt ihre Wasserführung eine weitere Steigerung durch die Aufnahme des Honigbaches, ihren größten Zufluß aus den Baumbergen. Doch ist die Wasserführung des Honigbaches in Bezug auf sein Einzugsgebiet sehr gering. Die Gründe hierfür liegen wahrscheinlich darin begründet, daß er in einem Sattel entspringt und sein Quellgebiet sehr hoch liegt, und ferner in der boden- und gesteinsmäßigen Beschaffenheit des ganzen Tales, das er bei seinem Lauf durchzieht. Es handelt sich hier zum großen Teil um sandige Böden oder um Verwitterungsböden von geringer Mächtigkeit, unter denen dann unmittelbar klüftige Kalkmergel anstehen. Dies ist kein geeigneter Untergrund, um bei Regen größere Wassermengen oberflächlich abfließen zu lassen. Die in Form von Niederschlägen auf den Boden auftreffenden Wässer haben im Gegenteil die Möglichkeit, schnell und ohne erst einen größeren Weg auf der Oberfläche zurücklegen zu müssen in den Boden einzudringen; denn der Sandboden ist sehr geeignet, größere Wassermengen in kurzer Zeit versickern zu lassen. Hat der Verwitterungsboden des Mergels auch diese Eigenschaften nicht in so ausgeprägter Form, so kommt hier doch hinzu, daß er nur eine geringe Mächtigkeit hat, sodaß er besonders im trockenen Zustande den auftreffenden Niederschlägen ebenfalls kein großes Hindernis bietet. Dies dürften auch die Gründe sein, warum der Honigbach in trockenen Sommern im Oberlauf oft tagelang, ja sogar Wochen hindurch kein Wasser führt.

Den Westabfall des Osterwicker Höhenrückens entwässert die Dinkel. Die nicht sehr ergiebigen Quellbäche ziehen sich bis weit auf den Höhenrücken hinauf, wo ihnen das auf dem Geschiebelehm sich stauende Wasser in Gräbennetzen zugeleitet wird. Schon nach kurzem Lauf haben die kleinen Bäche das Flachland erreicht, wo sie dann von dem in Gräben angeschnittenen Grundwasser gespeist werden.

Ein wichtigeres Quellgebiet zeigt dann wieder die Vechte, die sich bei Bilk mit der Steinfurter Aa vereinigt, um als Vechte der Zuider-See zuzufließen. Sie hat ihren Ursprung in der Eggeroder Mulde, die im Osten, Süden und Westen von den Höhen des Schöppinger Berges, den Aulendorfer und Hämmermarker Höhen und dem Osterwicker Höhenzug eingeschlossen ist. Am Rande dieser Höhen zieht sich ein ganzer Kranz von größeren und kleineren Quellen hin, deren Wässer sich im Kern der Mulde und zum Lauf der Vechte vereinigen. In ihrem weiteren Verlauf nimmt sie dann noch die

Profile der Wasserwerksbrunnen der Stadt Burgsteinfurt im Wallberg von Ahlintel.

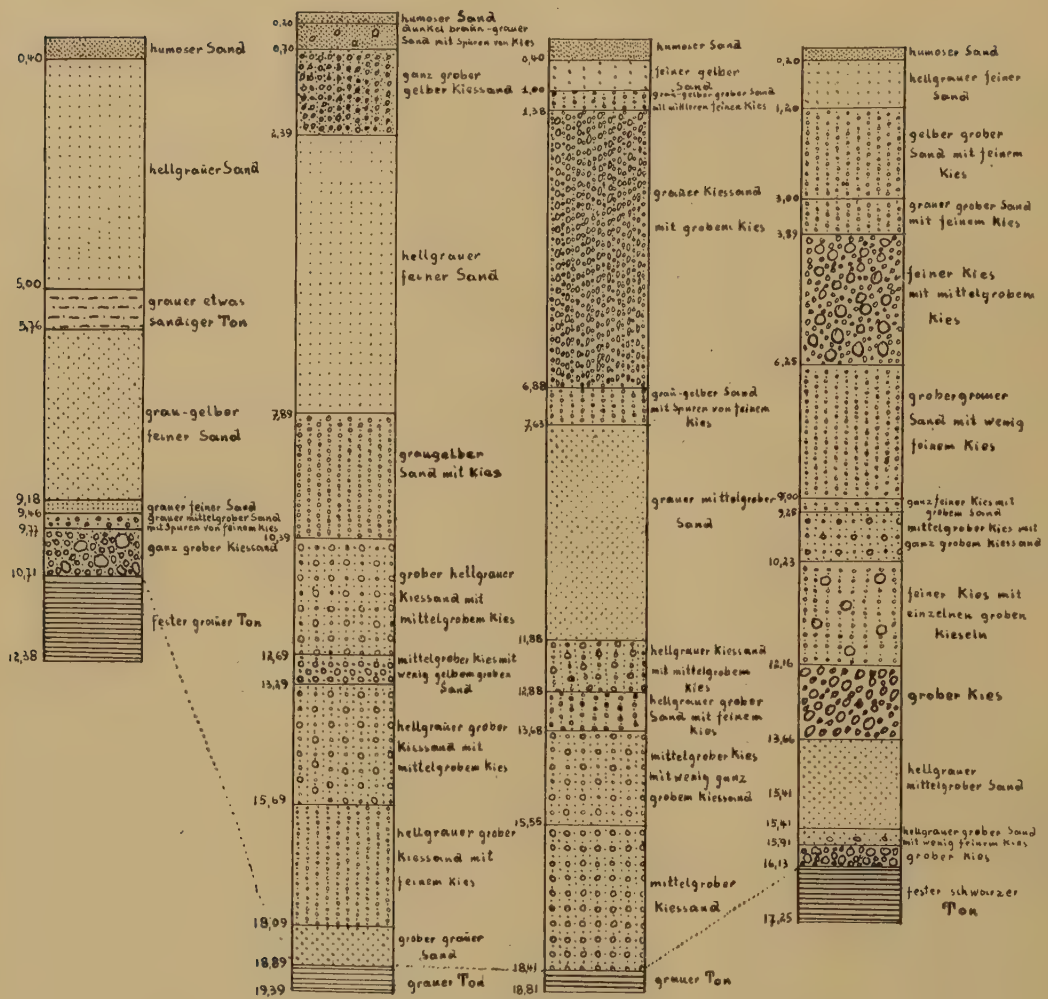


Abb. 8

Grundwasserspiegelkarte am Wallberg bei Ahlintel

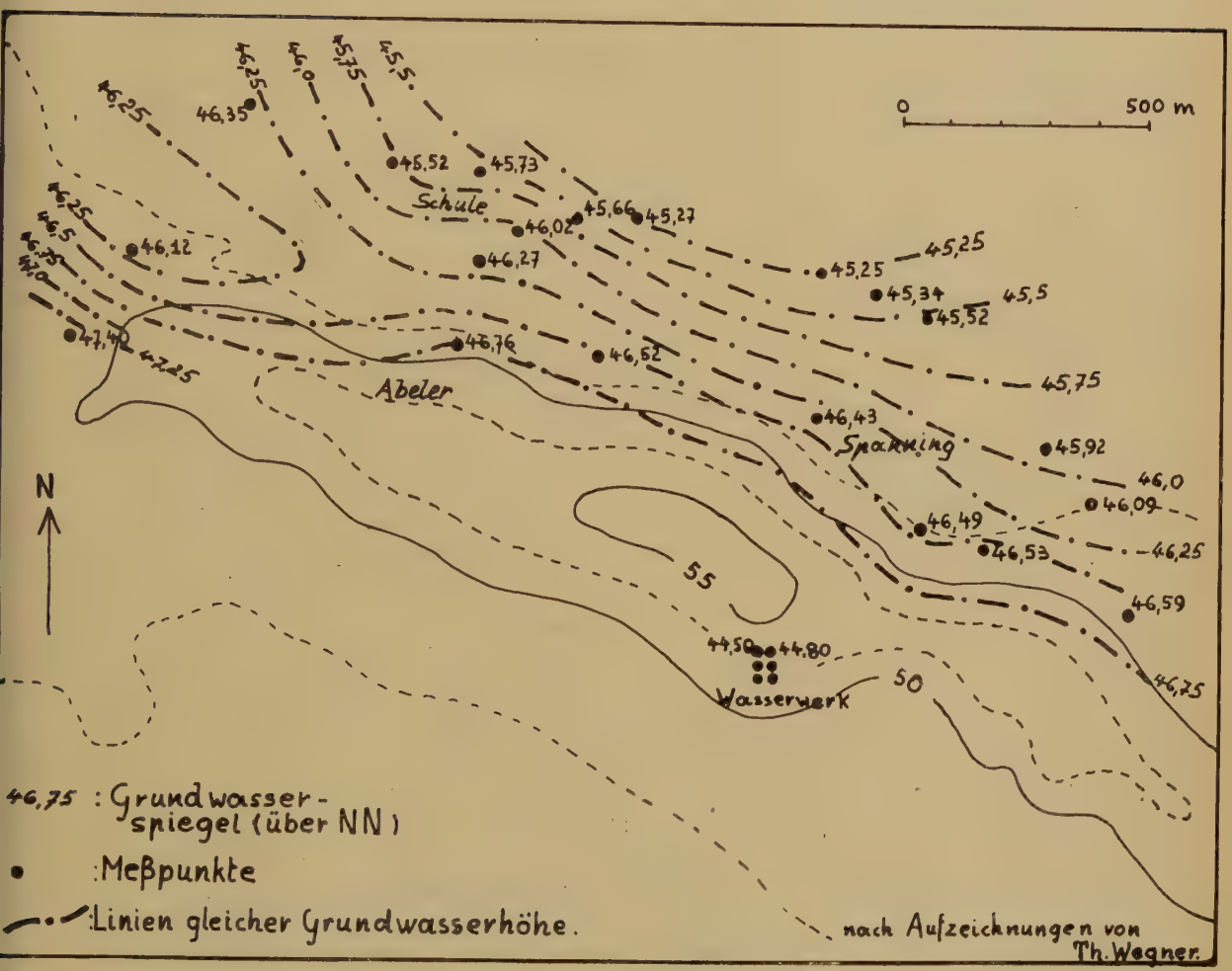


Abb. 10.

Quellbäche des Westabfalles des Schöppinger Berges auf, wo besonders die Quelle oberhalb des Hofes Haverschulte zu erwähnen ist, die mit ihren großen Wassermengen schon nach kurzem Lauf am Fuße des Berges in der Lage ist, gleich zwei Mühlen hintereinander zu treiben. Ihr weiterer Verlauf durch das Flachland bringt der Vechte durch mehrere kleine Bäche die Wassermassen des Seller Esches und des Flachlandes ein, wo es wieder die durch Gräben angeschnittenen Wässer des Grundwassers sind, die ihre Wasserführung erhöhen helfen.

Als einer der wesentlichsten Abflußarme bleibt noch die Steinfurter Aa zu betrachten. Ihre Hauptquellbäche entnehmen ihr Wasser dem großen Wasserspeicher des Hauptmassivs. Das Hauptquellgebiet ist wie das der Münsterischen Aa auf einen schmalen Saum beschränkt. Es umfaßt einen etwa 6 km langen Quellhorizont, der durch die Namen Bombeck, Langenhorst und Aulendorf gekennzeichnet ist. Fingerförmig haben sich die Quellbäche hier in das Hauptmassiv eingeschnitten, eine Folge der ihnen hier zur Verfügung stehenden großen Wassermassen. Es ist die Stelle, wo es der erodierenden Kraft des Wassers am stärksten gelang, sich allmählich weiter und weiter in den Kern des Massivs einzuschneiden und somit den in ihm vorhandenen Wasserspeicher mehr und mehr anzuzapfen. Gegenüber diesem Quellsaum treten die anderen Zuflüsse weit zurück. Von einiger Bedeutung sind lediglich noch die wenigen Quellbäche, die ihren Ursprung am Nordabfall des Schöppinger Berges haben. Die kleinen Rinnsale, die von den Westhängen des Altenberger Höhenrückens und vom Buchenberg kommen, spielen für die Wasserführung der Burgsteinfurter Aa nur eine untergeordnete Rolle, da sie nur wenig Wasser führen und in trockenen Zeiten bis weit in das Flachland hinein trocken sind.

Die einzelnen Flußsysteme sind vielfach nur durch sehr flache Wasserscheiden voneinander getrennt. Oft schon würden geringe Veränderungen im Relief Verbindungen zwischen ihnen herstellen. Besonders ausgeprägt ist dies zwischen der Münsterischen und der Steinfurter Aa. Sie sind beide durch ein enges Netz von Gräben miteinander verbunden. Dasselbe gilt auch für die Wasserscheide zwischen der Stever und der Münsterischen Aa.

Teil IV.

Das Grundwasser.

1. Die Untersuchungsmethode.

Zur Klarstellung der Grundwasserverhältnisse eines größeren Raumes müssen wir die klimatischen, geologischen und geo-hydrologischen Faktoren untersuchen und das Grundwasser selbst dort studieren, wo es uns durch Brunnen oder Quellen erschlossen ist. Ich habe, um die Frage der Grundwasserverhältnisse im engeren Sinne klarzustellen, die Daten von rund 1500 Brunnen gesammelt. Das Aufsammeln dieser Daten war mit allerlei Schwierigkeiten verbunden; erstens haben wir es in unserem Gebiet mit verschiedenen Wasserstockwerken zu tun, und (was die Untersuchung noch erschwerte) mit den verschiedensten Brunnenarten.

Um eine Arbeitsgrundlage zu bekommen, entschloß ich mich, Fragebogen, durch welche die wichtigsten Brunnendaten ermittelt werden sollten, durch die Lehrer der Dorfschulen verteilen zu lassen.

Für meine Untersuchungen waren außer den gesamten Bohrbrunnen lediglich noch die offenen Schacht- oder Ringbrunnen von Bedeutung. Unter offenen Brunnen verstehe ich hier solche Brunnen, bei denen, ohne sie erst aufgraben zu müssen, die Möglichkeit besteht, Wasserspiegel und Tiefe zu messen. Bei den Schachtbrunnen wurde von mir selbst der Wasserspiegel und die Brunnentiefe unter Gelände gemessen.

Es war ferner wichtig, zu erfahren, ob und in welchen Jahren die vorhandenen Brunnen versiegen, um hieraus durch Vergleich mit nicht versiegenden Brunnen in der Nähe einen angenäherten Wert für die Schwankungen des Grundwasserspiegels über größere Zeiträume hinweg ermitteln zu können.

Bei den Bohrbrunnen war die Feststellung der Daten mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft, da sie stets geschlossen sind. Ich habe daher folgenden Weg gewählt, um die Fragen des gespannten Wassers zu erklären: Nachdem ich durch die Fragebogen erfahren hatte, wo sich in dem jeweiligen Schulbezirke Bohrbrunnen befinden, habe ich die einzelnen Besitzer persönlich aufgesucht und die gemachten Angaben noch einmal mit denselben durchgesprochen. Dabei habe ich mir dann stets den Namen der Brunnenbauer, welche den in Frage kommenden Brunnen gebaut hatten, angeben lassen. Bei diesen habe ich dann die mir gemachten Angaben noch einmal geprüft, indem ich entweder die alten Geschäftsbücher durchsah oder die Brunnenbauer selbst nach den Daten fragte, um so feststellen, ob die Angaben der Besitzer mit denen der Brunnenbauer identisch waren. Falls in den Angaben eine größere Differenz als ± 5 m auftrat, habe ich es vorgezogen, die betreffenden Brunnen von der weiteren Auswertung und Bearbeitung auszuschalten. Die auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse dürften eine gesicherte Grundlage für die kartographische Darstellung und Auswertung sein.

Ich hatte nach Fertigstellung der Karten bereits mehrfach Gelegenheit, bei neuen Bohrungen dieselben auf ihre Genauigkeit hin zu prüfen. Es stellte sich dabei heraus, daß, wenn man mit der eingeschlossenen Fehlergrenze von ± 5 m rechnet, die Karten für den praktischen Gebrauch unbedingt Verwendung finden können.

2. *Die gespannten Wässer.*

Die gespannten Wässer, die, wie wir sahen, in den drei Schichtenfolgen der Kreide, dem oberen Emscher, dem oberen Untersenon und unteren Obersenon auftreten, sind gemäß der Lagerung dieser Schichten in verschiedenster Tiefe zu erschließen. Man bedient sich, um die tiefen Wasserhorizonte der Wasserversorgung zugänglich zu machen, der Bohrbrunnen. Unter Bohrbrunnen versteht man einfache Bohrlöcher, die in der Regel einen Durchmesser von 65 mm und mehr haben. Dieselben sind dann bis auf das feste Gestein, in welchem sie ohne weiteres stehen, verrohrt, um dem Oberflächengrundwasser den Weg in das Brunneninnere zu versperren und ein Einfallen des Bohrloches in den losen alluvialen und diluvialen Schichten zu vermeiden.

(Vergleiche hierzu Tafel IX und X.)

Ein Vergleich dieser Tafeln mit der geologischen Karte (Tafel III) zeigt, daß sich die Gebiete mit dem gespannten Wasser auf die oben genannten Schichten beschränken, und zwar in soweit, als dieselben eine zur ergiebigen Wasserführung genügende Mächtigkeit besitzen. Als solche für das Auftreten genügender Mengen gespannten Wassers in unseren Kreideablage-

rungen muß man eine Mächtigkeit der Schichten von ca. 15 m annehmen; denn oberhalb dieser Grenze ist kaum genügend Wasser angebohrt worden, es sei denn, sie lagen unter einer mächtigeren Schicht diluvialer bzw. alluvialer Sande.

Deutlich fällt südlich von Borghorst ein Raum mit einer Zahl von Fehlbohrungen auf. Es ist dies das Gebiet des ausgehenden unteren Untersenons. Eine vereinzelte Bohrung in Wilmsberg hat das untere Untersenon durchteuft und bei einer Tiefe von 80 m Wasser im oberen Emscher gefaßt. Weiter im Süden fallen noch einige sehr tiefe Bohrungen auf. Diese haben hier nur noch geringmächtiges oberes Untersenon durchteuft und stehen im unteren Teil in den mächtigen Tonmergeln des unteren Untersenons, welches hier sehr hoch liegt. Die Bohrungen liegen alle in der vermutlichen Verlängerung des Schöppinger Sattels, der die Zentralmulde von der Altenberger Mulde trennt. Wenn diese Bohrungen kein Wasser brachten, so liegt dies an der ungenügenden Mächtigkeit des oberen Untersenons in diesem Bereich und an der Wasserlosigkeit des unteren Untersenons. Wenn die Bohrung am Bahnhof Tilbeck ausreichend Wasser bringt, so muß man hier annehmen, daß das Wasser aus den oberen Schichten stammt, die dem oberen Untersenon angehören und hier vielleicht noch eine größere Mächtigkeit haben. Der untere Teil der Bohrung ist nicht in der Lage, Wasser zu liefern, da er in den fetten Tonmergeln des unteren Untersenons steht.

Ein scharfer Schnitt trennt die Altenberger Mulde mit ihrem gespannten Wasser gegen das Gebiet der Fehlbohrungen ab. Dieses plötzliche Abbrechen der Wasserführung dürfte auf eine Störung hindeuten, die das untere Untersenon gegen das obere Untersenon versetzt und so die Schichtenfolge mit gespannten Wässern abschneidet. Eine Querstörung darf man vielleicht auch südlich von Burgsteinfurt vermuten, wo das gespannte Wasser gegen das Gebiet der Fehlbohrungen plötzlich abschneidet. Die Bohrung Burgsteinfurt Nr. 13 durchteuft die Tonmergel des oberen Untersenons in einer Tiefe von 150 m und faßt das gespannte Wasser der Schichten des oberen Emschers.

Leicht ist die Wassererschließung in der Zentralmulde. Wenn auch mehrfach Tiefen von 60—80 m unter Flur notwendig sind, um die Wasserhorizonte des unteren Obersenons zu erreichen, so ist doch immer die Gewähr gegeben, daß man beim Anbohren derselben mit einer genügenden Wassermenge rechnen darf. Auf N.N. bezogen, haben wir hier bedingt durch den Muldenbau die höchsten Wasserhorizonte. Es kommen auch Gebiete vor, in denen schon in Tiefen von 30 m ausreichend Wasser erbohrt wurde, doch sind diese Räume eng begrenzt und auf den Muldenflügel beschränkt, wo das untere Obersenon noch eine genügende Mächtigkeit aufweist.

Die Karte der Bohrtiefen (Tafel X) gibt an, in welcher Tiefe (bezogen auf NN) in den einzelnen Gebieten die Horizonte des gespannten Wassers zu erschließen sind. Die Differenz zwischen Geländehöhe und Höhe des Wasserhorizontes ergibt die absolute Bohrtiefe unter Gelände.

Um nun aber schon bei der Projektierung einer Wasserbohrung einen Anhaltspunkt zu haben, bis zu welcher Höhe unter Flur das Wasser in dem anzulegenden Bohrbrunnen aufsteigen wird, wurde die Karte der Wasserhöhen (Tafel IX) angefertigt.

Da die Quellen die natürlichen Grundwasseraustritte in der Natur darstellen, war es notwendig, sie in der Karte der Wasserhöhen in geeigneter Weise mit den Wasserspiegeln der Bohrbrunnen zu kombinieren.

Auf der Karte der Wasserhöhen (Tafel IX) treten neben der Zentralmulde die kleinen Spezialmulden der Roruper Mark und die Altenberger Mulde durch die relativ hohe Lage des Wasserspiegels deutlich hervor. Eigenartig erscheint der Wasserspiegel im Brunnen Coesfeld Nr. 90 am Coesfelder Berg. Diese Wasserhöhe ist nach Angaben des Besitzers und des Brunnenbauers vorhanden. Bestätigt wurde sie durch Herrn Prof. J. Andree, der den Brunnen für ein Gutachten ausgemessen hat.

Stark gestört scheinen die Wasserhorizonte auch in der Gemeinde Nordwalde zu sein. Im westlichen Teil des Ortes befindet sich ein Gebiet, in dem bisher noch keine erfolgreiche Bohrung niedergebracht werden konnte. Im anderen Teil des Ortes dagegen stehen verschiedene sehr ergiebige Bohrbrunnen. Dieses Gebiet ist entweder durch eine Störung von den wasserführenden Horizonten des östlichen Ortsteiles abgeschnitten oder man hat hier beim Niederbringen der Bohrungen nicht genügende Aufmerksamkeit walten lassen. Man hätte in den angeblich vorhandenen Sandsteinbänken in Tiefen unter 50 m sprengen sollen, vielleicht hätte man dann Wasser bekommen. Diese Annahme beruht auf der Bohrung Altenberge Nr. 13 an der Schule in Nordwalde. Bis zu einer Tiefe von 65 m blieb die Bohrung trocken. Es war aber bei einer Teufe von 60 m eine ca. 55 cm mächtige festere Bank (vermutlich sandiger Kalkmergel des oberen Emschers) durchstoßen worden. In der Höhe derselben nahm man dann eine Torpedierung vor. Der Erfolg war, daß die in dieser festen Bank vorhandenen wasserführenden Klüfte angerissen wurden und das Wasser einige Tage bis zu ca. 3 m über Oberkante Gelände aus dem Bohrloch aufloß. Heute zeigt dieser Bohrbrunnen einen sehr konstanten Wasserspiegel von ca. 2 m unter Flur.

Das Gebiet der Fehlbohrungen zwischen Burgsteinfurt, Borghorst, Altenberge, Beerlage, Laer und Horstmar darf nicht ohne weiteres als ein Gebiet angesprochen werden, in dem kein gespanntes Wasser zu erschließen wäre. Vielmehr darf man die Vermutung aussprechen, daß die ausgeführten Bohrungen nicht die für die Erschließung des gespannten Wassers notwendige Tiefe erreicht haben. Dieselben sind alle in den Tonmergeln des unteren Untersenons stecken geblieben. Hätten sie dieselben, die jedoch eine Mächtigkeit von mehr als 120 m haben dürften, durchteuft, so hätten auch sie vielleicht mit dem Anbohren der Schichten des oberen Emschers Wasser gebracht.

Wo sich gespanntes Wasser erschließen läßt, ist es dem Oberflächengrundwasser vorzuziehen.

3. *Das ungespannte Grundwasser.*

Erschließungsfähiges Grundwasser dieser Art finden wir in unserem Gebiet überall dort, wo wir es mit sandigen Bildungen zu tun haben.

Im Hauptmassiv der Hügelgruppe der Baumberge tritt es auch in den höheren Lagen in geklüfteten Gesteinen auf. Es sind nur wenige räumlich eng begrenzte Gebiete, wo sich kleine periodische Grundwasserspiegel in den sandigen Schichten des unteren Obersenons ausbilden. Der Grundwasserspiegel der oberen Werksteinbankserie ist, wie wir schon sahen, nur an sehr wenigen Stellen zum Zwecke der Wasserversorgung erschlossen.

Die vornehmliche Verbreitung hat das ungespannte Grundwasser in den Gebieten mit mächtigeren alluvialen und diluvialen Sanden. Hierin bildet sich bei geeigneter Lagerung ein guter Grundwasserspiegel aus.

Eine eingehende Darstellung des gesamten ungespannten Grundwassers war kartographisch nicht möglich, da in den meisten Gebieten die Zahl der offenen Brunnen zu gering ist. Ausgeführt wurde eine Höhenschichtenkarte des ungespannten Grundwassers nur auf dem Blatt Metelen und in einem Teil der Bauerschaft Hollich auf dem Blatt Burgsteinfurt; hier gestatteten die vorhandenen Unterlagen die kartenmäßige Darstellung, ohne daß man allzu konstruktiv hätte verfahren müssen (s. Tafel IX).

Interessant ist das Ergebnis auf dem Blatt Metelen. Der zentrale Teil des Gebietes stellt ein großes Grundwassersammelbecken dar. Der Grundwasserspiegel zeigt überall ein Gefälle zur Vechte hin. Die Vechte führt die überschüssigen Wassermengen des Sammelbeckns fort, das im Norden zwischen Seller und Weiner Esch nur eine eng begrenzte Ausflußöffnung hat, in der sich schließlich das Grundwasser unter starkem Anstieg staut. Als Folge des das ganze Jahr hindurch sehr hohen Wasserstandes treten hier in der Ausflußöffnung weite Flächen versumpfter Wiesen auf, die mit ihren sauren Gräsern sofort auffallen.

In der Bauerschaft Hollich zeigt sich in den Grundwasserspiegellinien deutlich ein Abfallen des Grundwasserspiegels nach Norden zum Hollicher Feld hin. Hier ist ebenfalls ein großes Sammelbecken, in dem der Grundwasserstand stets sehr hoch ist, was eine Versauerung und Vermoorung des Geländes zur Folge hat.

Bei der Gewinnung des ungespannten Grundwassers zur Nutzwasserversorgung aus Sanden ist stets eine genügende Brunnentiefe notwendig, da Sande ein gut durchlässiges Gestein sind, sodaß bei ungenügender Tiefe, — ca. 7 m reichen aus — ein hygienisch einwandfreies Wasser nicht gewährleistet ist. Die Erschließung des ungespannten Grundwassers erfolgt durch Schachtbrunnen; wo die Sande eine Mächtigkeit von 6—7 m aufweisen, bedient man sich häufig der Rammpumpen, die sich aber nur bewährten, wenn die Sande nicht feinkörnig sind.

4. Grundwasserschwankungen.

Um die durchschnittliche Ergiebigkeit eines Grundwasserhorizontes erkennen zu können, ist es wichtig, zu wissen, welchen Schwankungen der Grundwasserspiegel unterworfen ist und welches die Hauptursachen dieser Schwankungen sind. Es ist zu untersuchen, ob sie in erster Linie von der Gesteinsfazies und deren Mächtigkeit oder von den klimatischen Verhältnissen abhängig sind.

Sichere Daten lassen sich aber nur aus langjährigen Beobachtungen der Grundwasserspiegel an den sogenannten Beobachtungsbrunnen ermitteln. Für die Anlage von Beobachtungsbrunnen müssen nach meiner Ansicht folgende Gesichtspunkte beachtet werden:

1. Der Beobachtungsbrunnen muß in Gesteinsschichten stehen, die für seine weitere Umgebung charakteristisch sind.
2. Er soll nach Möglichkeit in der Nähe einer meteorologischen Station liegen.
3. Es muß ein wenig (oder besser garnicht) benutzter Brunnen sein.

Weiß man, mit welcher Absenkung des Grundwasserspiegels in einer bestimmten Gesteinsschicht in extrem trockenen Jahren zu rechnen ist, so kann man den Wasservorrat des Brunnens bei diesem Wasserstand berechnen. Kennt man hierzu dann noch die Wassermenge, die dem Brunnen pro Stunde zufließt, so ist es ein Leichtes, den Brunnen so anzulegen, daß er den bestmöglichen Ertrag liefert. Ferner läßt sich aus den extremen Schwankungs-

daten erkennen, welche Zone der Gesteinsschicht im Schwankungsbereich des Grundwassers liegt.

Wenn sich der Grundwasserpegel in der Nähe einer meterologischen Station befindet, ist es möglich, die Schwankungskurven des Grundwasserspiegels ohne weiteres mit den hier festgestellten Klimadaten in Verbindung zu bringen. Hat man nun einen kaum oder garnicht beeinflußten Grundwasserpegel und daneben einen, der durch künstliche Entnahme von Wasser stark beeinflußt ist, so kann man hieraus die für die Wasserversorgungsanlagen wesentlichen Feststellungen machen und Ergiebigkeitsberechnungen anstellen.

Man muß aber leider feststellen, daß es bis heute in unserem Gebiete, ja in ganz Westfalen, noch viel zu wenig praktisch auswertbare Dauerbeobachtungen gibt. In dem hier von mir behandelten Gebiete befinden sich nur drei Beobachtungsbrunnen, nämlich: Nr. 31 Coesfeld, Nr. 118 Borghorst, Nr. 127 Nordwalde [9]). Ich habe den etwas außerhalb des eigentlichen Arbeitsgebietes liegenden Beobachtungsbrunnen Nr. 149 Nienberge noch hinzugezogen, da er in einem für einen großen Teil des betrachteten Raumes charakteristischen Schichtprofil steht und daher auch eine für dasselbe charakteristische Schwankungskurve aufweist.

Wenn ich im Folgenden die Schwankungskurven der einzelnen oben angeführten Brunnen diskutiere, so möchte ich dieselben lediglich aus dem Gesteinsprofil und den für den jeweiligen Brunnen in Frage kommenden klimatischen Daten zu erklären versuchen. Ich glaube nicht, daß es heute schon möglich ist, eine einfache mathematische Abhängigkeit der Schwankungen des Grundwasserspiegels von den klamitischen Faktoren aufzustellen, wie andere Hydrologen es versucht haben. Nach meiner Meinung reichen hierfür die Beobachtungsreihen noch in keiner Weise aus

Bei den hier zu betrachtenden Beobachtungsbrunnen können wir vier verschiedene Typen unterscheiden:

1. Brunnen Nr. 31 Coesfeld (im Hof des Amtsgerichtsgefängnisses).

Dieser Brunnen steht in den von der Berkel stark beeinflußten alluvialen bzw. diluvialen Sanden des Berkeltales.

2. Brunen Nr. 118 Borghorst (Am Bahnhof in Borghorst).

Hier finden wir einen Brunnen vor, der sein Wasser mächtigeren Sanden entnimmt, die von keinem Wasserlauf beeinflußt werden. (Die Sande liegen wahrscheinlich über Geschiebmergel.)

3. Brunnen Nr. 127 Nordwalde (Am Bahnhof in Nordwalde).

Es handelt sich um einen Brunnen im Geschiebemergel. Der Geschiebemergel lagert hier unmittelbar auf den Tonmergeln des unteren Untersenons.

4. Brunnen Nr. 149 Nienberge (Am Bahnhof in Nienberge).

Dieser Brunnen entnimmt sein Wasser dem Geschiebemergel und der Verwitterungsschicht der unteren Mergel.

Der Betrachtung der mittleren monatlichen Grundwasserstände im Verlauf des Jahres möchte ich die Mittelwerte der Jahre 1916—1930 zugrunde legen, wie sie Koehne mitteilt, da die drei Brunnen in diesem Zeitraum nicht austrockneten und auch nicht künstlich gespeist wurden, wie in späteren Jahren. (Beim Brunnen Nordwalde dürften in der Zeit von 1933—1936 noch andere Beeinflußungen vorgekommen sein.)

Der Verlauf der mittleren monatlichen Grundwasserstände zeigt ein ausgesprochenes Minimum im August bei den Brunnen 149 Nienberge und

[9]) Beobachtungbrunnen des Reichsamtes für Gewässerkunde.

Nr. 118 Borghorst. Beim Brunnen Nr. 127 Nordwalde tritt dasselbe erst im September auf. Das dem Minimum gegenüber stehende Maximum liegt bei den drei oben genannten Brunnen im Januar (s. Abb. 11). Wir haben in unserem Gebiete, wenigstens soweit es sich um die Leeseite der Baumberge handelt, denn in dieser liegen die oben genannten Beobachtungsbrunnen, den höchsten Grundwasserstand in Monatsmittel im Januar.

Beim Brunnen in Borghorst stellen wir ein langsames Absinken des Grundwasserspiegels vom Januar bis zum August hin fest. Der Grundwasservorrat im Boden füllt sich dann bis zum Dezember wieder langsam auf und erst zum Januar tritt ein schnelleres Ansteigen des Grundwasserspiegels ein. Die beiden anderen Brunnen zeigen im Prinzip denselben Verlauf der Spiegelschwankungen. Nur die absoluten Schwankungsbeträge sind bei den Brunnen Nr. 149 Nienberge wesentlich größer und nehmen im Brunnen Nr. 127 Nordwalde den extremen Wert von 2,04 m im langjährigen Mittel an.

Der maximale Grundwasserstand fällt im Januar mit dem Minimum der Temperatur, wie mit einer dem Maximum im Dezember wenig nachstehenden relativen Feuchtigkeit und mit einer gegenüber dem Monat Dezember höheren Niederschlagsmenge zusammen. Die geringen Niederschlagshöhen der Monate Februar und März machen sich im Grundwasserstand kaum bemerkbar. Es ist in diesen Monaten die Verdunstung noch sehr gering. Die Fortführung von Grundwasser durch die Vegetation ist in dieser Zeit fast völlig ausgeschaltet. Bis zum Mai zeigt der Grundwasserspiegel ein gleichmäßiges Abfallen. Ihm parallel läuft ein gleichmäßiges Ansteigen der Temperatur. Obwohl die relative Feuchtigkeit bereits im Mai ihr Minimum erreicht, hat die Verdunstung ihren maximalen Wert noch nicht angenommen. Sie nimmt aber dann mit dem erhöhten Wachstum der Vegetation stark zu. Was die Verdunstung den Pflanzen an Wasser entführt, geht zum größten Teil auf Kosten des Grundwassers, aus dem die Pflanzen durch kapilare Hebung das Wasser entnehmen. Die Vegetation ist somit ein wesentlicher Faktor für die Absenkung des Grundwassers.

Der Monat Juni bringt als Folge dieser Erscheinungen dann auch ein schnelles Absinken des Gundwasserspiegels, welches bis zum August hin anhält. Treten auch in den Sommermonaten recht erhebliche Niederschläge auf — das Nebenmaximum liegt im Juli — so ist die Verdunstung in diesen Monaten so groß, daß außer den Niederschlägen, die den Grundwasserspiegel wohl für einige Tage zu erhöhen vermögen, noch erhebliche Mengen des im Boden vorhandenen Grundwassers verbraucht werden.

Mit dem Absinken der Temperatur und der Zunahme der relativen Feuchtigkeit wird dann der Grundwasservorrat wieder aufgefüllt.

Abb. 12 zeigt uns, daß nicht grundsätzlich, wohl aber in einem langjährigen Mittel, der Juli bzw. Oktober den tiefsten Grundwasserstand aufweisen.

Bei Borghorst treten als Monate mit tiefsten Jahresgrundwasserständen die Monate Juli bis Oktober hervor. Ein ähnliches Bild zeigt der Brunnen in Nienberge, nur daß hier nicht der Oktober der Monat ist, in welchem das Minimum am häufigsten aufzutreten pflegt, sondern der Juli. Die größten Differenzen im Auftreten des Grundwasserstandsminimums zeigt der Brunnen Nr. 31 Coesfeld, was seinen Grund aber in der Abhängigkeit desselben von der Wasserführung der Berkel haben dürfte. Leider liegen von der Berkel noch keine Pegelbeobachtungen vor, sodaß sich diese Annahme noch

nicht beweisen läßt. Beim Brunnen in Nordwalde, wo die Jahre 1933 bis 1937 aus schon erwähnten Gründen fortgelassen wurden, tritt das Minimum in den angegebenen Jahren in der Zeitspanne von September bis Dezember auf. Das im Jahre 1926 im Mai auftretende Minimum scheint auf eine in diesem Monat künstliche große Entnahme zurückgeführt werden zu können.

Es treten die Unterschiede der einzelnen Brunnen deutlich in Erscheinung. Der im Sand stehende Brunnen von Borghorst zeigt eine sehr flache Schwankungskurve. Bei Coesfeld ist dieselbe noch flacher. Der im Geschiebemergel über unteren Untersenon stehende Brunnen von Nordwalde zeigt schon eine wesentlich größere Schwankung. Dieselbe wird aber noch von dem im Geschiebemergel über oberen Untersenon stehenden Brunnen von Nienberge übertroffen. Man sieht also deutlich, daß der allgemeine Gang der Schwankungskurve unabhängig ist von der Gesteinsfazies, die absoluten Ausmaße der Schwankungen aber nur von dieser abhängen. Um die Abhängigkeit der Grundwasserschwankungen vom Boden zu zeigen, ist die Abb. 6 (Tafel XI) besonders geeignet. Hier wurden die wöchentlich abgelesenen Grundwasserspiegelbestände der Jahre 1923 bis 1937 aufgetragen. Den gleichmäßigsten Verlauf zeigt die Schwankungskurve des Beobachtungsbrunnens in Coesfeld. Größere Schwankungen weist dieser Brunnen nur in den Jahren 1923 und 1924 auf. Dann aber lassen die größeren Schwankungen nach und eine sehr gleichmäßige Kurve zeichnet den Brunnen aus. Diese Gleichmäßigkeit hat bestimmt eine ihrer Ursachen in der nahen Lage des Brunnens zur Berkel, die den Grundwasservorrat in den Sommermonaten auffüllt, da sie bei hohen Niederschlägen das oberflächlich abfließende Wasser in ihrem Bett sammelt und zu einem Teil in den Sanden des Berkeltales versickern läßt. Ich möchte aber auch die in der Stadt Coesfeld angelegte Drainage, die unter dem Mittelwasser der Berkel liegt, für diesen auffallend gleichmäßigen Verlauf der Schwankungskurve mit verantwortlich machen. Durch die Wasserzufuhr von der Berkel und der Entnahme durch die Drainage muß sich ein fast konstanter Grundwasserspiegel einstellen.

Sehr gering sind auch die Schwankungen in dem im Sand stehenden Brunnen in Borghorst. Hier zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede gegenüber dem Brunnen in Coesfeld. Der erstere ist in keiner Weise von einem Fluß beeinflußt, sondern nur abhängig vom Boden und den klimatischen Faktoren sowie der künstlichen Entnahme. In Sanden hat das Wasser, vermöge des großen Porenraumes, die Möglichkeit, sich immer schnell flächenhaft auszudehnen und die durch Entnahme oder schnelle Verdunstung entnommenen Wassermengen wieder aufzufüllen. Lebhaftere Schwankungen zeigen die Brunnen in Nordwalde und Nienberge. Die Sommermonate mit ihren tiefen Grundwasserspiegelständen treten deutlich hervor. Ja selbst völliges Austrocknen der Brunnen in wasserwirtschaftlich ungünstigen Jahren ist nicht ausgeschlossen.

Allgemein wichtig ist die Tatsache, daß der mittlere jährliche Grundwasserstand von 1923 bis 1937 stetig abfällt (s. Abb. 13). Am wenigsten tritt dies bei dem Brunnen in Borghorst in Erscheinung. Der Grund ist in einer Veränderung der klimatischen Verhältnisse zu suchen (s. Abb. 14). Wir hatten festgestellt, daß die mittlere Jahrestemperatur ein allmähliches Ansteigen zeigt. Die relative Feuchtigkeit nimmt im Jahresmittel von 1923 bis 1935 stets ab. Die Niederschläge zeigen ebenfalls eine abfallende Tendenz. Besonders auffallend sind die immer extremer ausgebildeten Minima der Grundwasserstände.

Betrachten wir das Verhalten der Sommer- und Wintermittel der Temperatur (Abb. 15), der Niederschläge (Abb. 16) und der Grundwasserschwankungen (Abb. 17 und 18), so zeigt sich, wenn wir z. B. das Jahr 1932 herausgreifen, daß die extrem hohen Niederschläge des Sommers mit 700 mm in Billerbeck dem Grundwasservorrat fast völlig verloren gehen, da sie in den warmen Sommermonaten der Verdunstung und dem oberflächlichen Abfluß zum Opfer fallen. Wir haben gerade im Jahre 1932 im Sommer einen sehr hohen Wert der mittleren Sommertemperatur [10]). Der Verlust an Wasser durch das Auftreten der hohen Niederschläge im Sommer des Jahres 1932 unter sehr hoher mittlerer Sommertemperatur macht sich in den darauffolgenden Jahren insofern bemerkbar, als ein starkes Absinken des mittleren Grundwasserstandes eintritt. Hinzu kommen die extrem niedrigen Niederschlagshöhen der Winter 1933 und 1934, die neben dem nochmaligen Ansteigen der Sommertemperatur für die in Bezug auf Grundwasser trockenen Jahre 1933 bis 1935 verantwortlich zu machen sind. Der tiefe Grundwasserstand des Jahres 1929 ist eine Folge der extrem tiefen Wintertemperaturen anzusehen, verbunden mit den geringen in diesem Zeitraum gefallenen Niederschlägen und der im Gegensatz zum Winter immerhin hohen mittleren Sommertemperatur.

Es zeigt sich in unserem Gebiet, daß der allgemeine Gang der Grundwasserschwankungen von den klimatischen Verhältnissen abhängig ist, die Ausmaße der Schwankungen aber mit der Gesteinfazies und deren Mächtigkeit in engem Zusammenhang stehen.

---

[10]) Zum Sommer sind die Monate Mai bis Oktober gerechnet und November bis April zum Winter.

Literaturverzeichnis.

A) Geologie.

Bärtling, R.: Die Endmoränen der Hauptvereisung zwischen Teutoburger Wald und Rheinischem Schiefergebirge. Z. deutsch. Ges., Berlin, 1920, Bd. 72, Mo. S. 3—23.

Transgressionen, Regressionen und Faziesverteilung in der mittleren und oberen Kreide des Beckens von Münster. Z. deutsch. Ges., Berlin, 1920, Bd. 72. Mo., S. 161—217.

Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. 2. Aufl., Enke, Stuttgart, 1925.

Beyenburg, B.: Älteste Diluvialschotter, Endmoränen und Talsande im Preußisch-Holländischen Grenzgebiet. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, Bd. 54, 1933, S. 602—627.

Flugsandbildungen zwischen den Baumbergen und Münster. Natur und Heimat, Münster i. W., 1934/35.

Die Fauna der Halteneer Sandfazies im westfälischen Untersenon. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, Bd. 57, 1936.

Böhm, J.: Über die untersenone Fauna bei Burgsteinfurt und Ahaus. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, Bd. 36, T. I., 1915.

v. Dechen, H., Erläuterungen zu der Geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Bonn 1884.

Führer zu den Exkursionen der Deutschen geologischen Gesellschaft vor und nach der Hauptversammlung in Münster, Westf. Schriften der Gesellschaft zur Förderung der Westf. Wilhelms-Universität, Münster i. W., 1925, H. 7.

Giers, R.: Die Schichtenfolge der Mukronatenkreide der Beckumer Hochfläche. Zentralbl. f. Min. Abt. B. Jahrg. 1934, No. 11, S. 471—476.

Heine, F.: Die Inoceramen des westfälischen Emschers und unteren Untersenons. Abh. d. Pr. geol. L.-A. N. F. 120, Berlin, 1929.

Köplitz, W.: Über die Fauna des oberen Untersenons im Seppenrade-Dülmener Höhenzuge. Diss. Münster, 1920.

Kukuk, P.: Geologie des Niderrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. J. Springer, Berlin, 1938.

Leising, K.: Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Ochtrup i. W., Diss. Münster, 1919, ungedruckt.

Riedel, L.: Zur Stratigraphie und Faziesbildung im Oberemscher und Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, Bd. 57, 1930.

Roemer, F.: Die Kreidebildung Westfalens. Bonn, 1854.

Schlüter, Cl. A., Über die Spongitarienbänke der oberen Quadraten — und unteren Mukronatenschichten des Münsterlandes. Festschr. 20. Hauptverslg. dtsch. geol. Ges. Bonn. Bonn, 1872.

Schneider, H.: Zur Frage des Münsterländischen Kiessandrückens. Z. deutsch. geol. Ges. 1939.

Schuh, Fr., Überblick über die Geologie Westfalens. (In einem demnächst vom Reichsarbeitsdienst erscheinenden Werke.)

Tietze, O.: Zur Geologie des mittleren Emsgebietes; vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des alten Diluviums im Westen und Osten des norddeutschen Flachlandes. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, 1912, Bd. 33, II, S. 108—200

Wegner, Th., Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Paderborn, 1926.

Die Granulatenkreide des westfälischen Münsterlandes. Diss., Berlin, 1903 und Z. deutsch. geol. Ges., Berlin, 1905, Bd. 57, S. 112—232.

Zur Faziesbildung des westfälischen Untersenons. Z. deutsch. geol. Ges., Berlin, 1910, Bd. 62, Mo., S. 429—433.

Die Geologie der Münsterschen Ebene. Westfalenland, Bd. III, 1925.

Über die geschichteten Bildungen in den norddeutschen Endmoränen. Verhandlungen, Bonn, 1909, Bd. 66, S. 191—241.

Über eine Stillstandslage der großen Vereisung im Münsterlande. Z. deutsch. geol. Ges., Berlin, 1910, Bd. 62, Mo., S. 387—405.

Die nördliche Fortsetzung der münsterländischen Endmoräne. Z. deutsch. geol. Ges., Berlin, 1915, Bd. 67, S. 57—68.

Wolf, W.: Einige glazialgeologische Probleme aus dem norddeutschen Tiefland. Z. deutsch. geol. Ges., Berlin, 1927, Bd. 79, Mo., S. 342—360.

Woldstedt, P.: Erläuterungen zur Geologisch-morphologischen Übersichtskarte des norddeutschen Vereisungsgebietes. Preuß. geol. L.-A., Berlin, 1935.

B. Hydrologie.

Brauer, R., Die Grundzüge der praktischen Hydrographie. Hannover, 1907.

Breddin, H., Die Entstehung der artesischen Quellen im Gebiet der unteren Lippe. Glückauf, 1935, S. 980—988, 7. Abs.

Dachler, R., Grundwasserströmung. Wien, 1936.

Fischer, K., Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Weser- und Allergebiet. Jb. f. Gewässerk. Norddeutschlands, bes. Mitlg. Bd. VII, Nr. 2, Berlin, 1932.

Fliegel, G., Die Fließrichtung des Grundwassers in großen Tälern. Jb. preuß. geol. L.-A.,Berlin, 1926, Bd. XLVII, H. 1.

Gasser, E., Grundwasserschwankungen in Norddeutschland. Aus der Heimat, 48. Jahrg., H. 8., 1935.

Grahmann, R., Der sächsische Landesgrundwasserdienst. Abbh. d. Sächs. geolog. Landesanstalt, H. 16, Leipzig, 1935.

Grahmann, R.: Ergebnisse 18-jähriger Grundwasserbeobachtungen in Nordwestsachsen. Braunkohle, Jhrg. 34, Halle, 1935.

Gutzmann, W.: Der Wasserhaushalt der Lippe. Diss. Münster, Dresden, 1912.

Heck, H. L.: Das Grundwasser im Zusammenhang mit dem geolgischen Bau Schleswig-Holsteins. Preuß. geolog. Landesanstalt, Berlin, 1932.

Hoffmeister, J.: Das Klima Niedersachsens. Hannover, 1930.

Keilhack, K., Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin, 1917, 2. Aufl.

Keller, H.: Gespannte Wässer. Knapp, Halle (Saale), 1928.

Koehne, W.: Grundwasserkunde. Stuttgart, 1928.

Beiträge zur Grundwasserkunde. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschlands, bs. Mittlg., Bd. 4, Nr. 4.

Die Ursachen der Grundwasserschwankungen in Norddeutschland. Forschg. u. Fortschr., 1934, S. 71—72.

Kumm, A., Wasseradern. Die Umschau, Jhg. XXIX, H. 2, 1925.

Meinardus, W.: Skizze des Klimas von Münster. Festschrift zur 84. Vers. Deutsch. Naturforscher und Ärzte. Münster, 1912, S. 83 ff.

Meinzer, O. E.: The occurrence of ground water in the United States. United States Geological Survey. Water-Supply Paper 489, Washington, 1923.

Mestwerdt, A.: Die Wassergewinnung in Bielefeld und seiner Umgebung. Jb. preuß. geol. L.-A., Berlin, 1926, S. 288—329.

Ottweiler, O., Die Zunahme der Sommerhochwasser der Ems in den letzten Jahrzehnten (1889—1931) gegenüber dem Zeitraum 1841—88. Diss. Göttingen, 1935.

Prinz, E.: Handbuch der Hydrologie. Berlin, 1923, 2. Auflg.

Scupin, H.: Zur Kenntnis der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers. Zeitschrift f. prakt. Geologie, 1931, Jhg. 39, H. 11

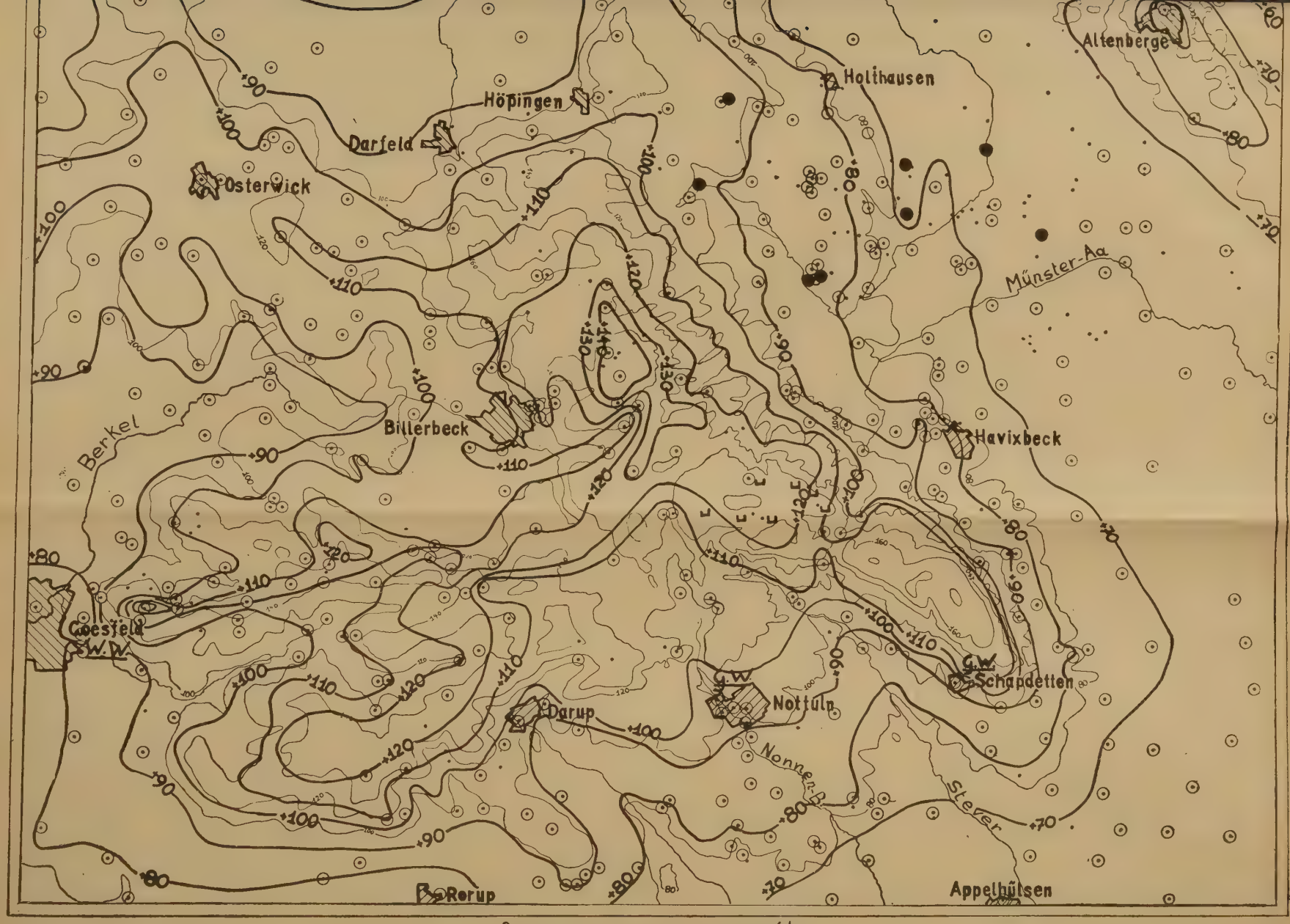
Der Septarienton bei Halle als Trennungschicht von Grundwasserhorizonten. Zeitschrift f. prakt. Geologie, 1934, Jhrg. 42.

Scupin, H.: Grundwasser im Löß. Zeitschrift f. prakt. Geologie, 1928, Jhg. 36.

Zur Nomenklatur des Grundwassers und verwandter Begriffe. Zeitschrift f. prakt. Geologie, 1935, Jhg. 43.

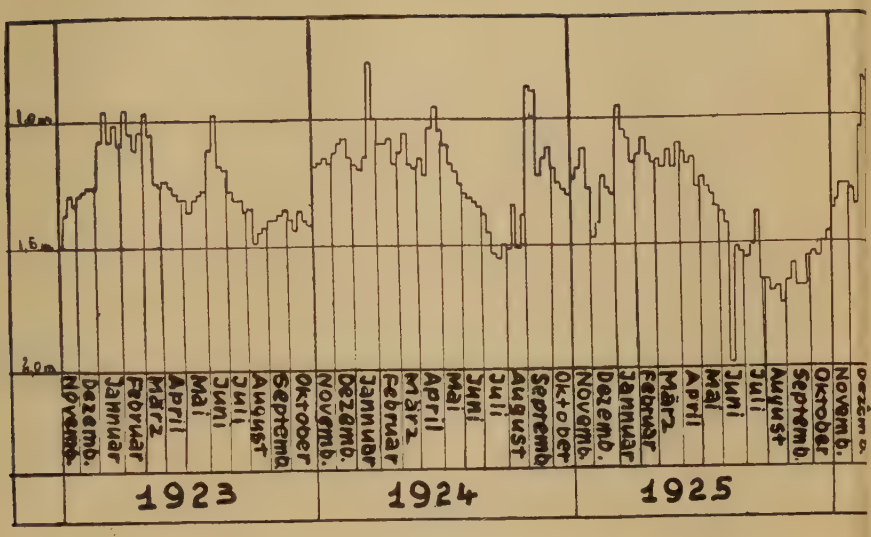
Semmler, W.: Quellen und Grundwasser in der nördlichen Eifel. Diss. Bonn, 1931.

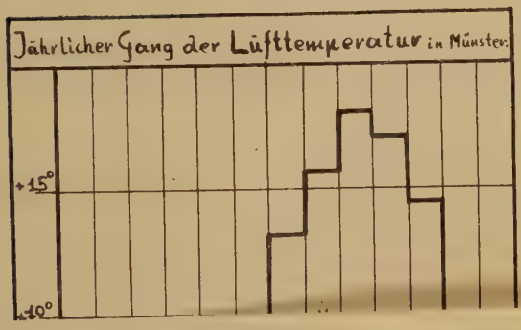
Schottler, W.: Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen im Jahre 1934, Notizbl. d. Vereins f. Erdk. u. d. Hess. geolog. Landesanstalt, Darmstadt, 1935, V. Folge, 16. Heft.


Altenberge
Holthausen
Höpingen
Darfeld
Osterwick
Münster-Aa
Billerbeck
Berkel
Havixbeck
Coesfeld
S.W.W.
Darup
Nottuln
Schapdetten
Nonnenb.
Sleverb.
Rorup
Appelhülsen
0
4 km

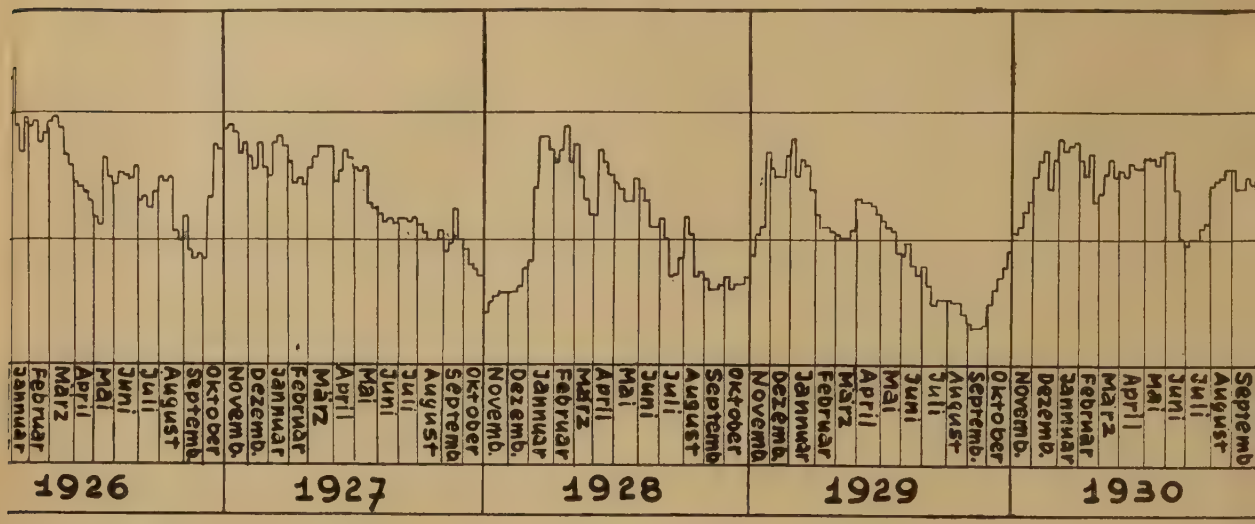
Karte der Brunnenbohrtiefen (Tiefen bezogen auf NN).

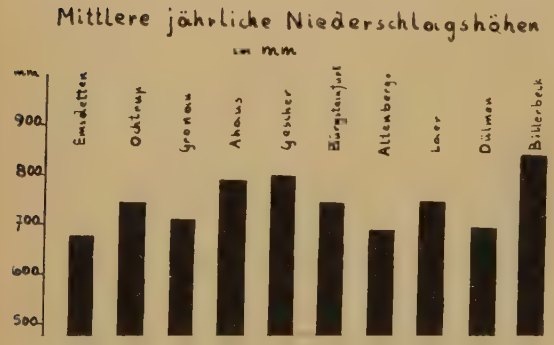
Altenberge
Holthausen
Höpingen
Darfeld
Osterwick
Billerbeck
Havixbeck
Coesfeld
Darup
Nottuln
Schapdetten
Rorup
Appelhülsen
Berkel
Stever
+85
+75
+30
0
4 km

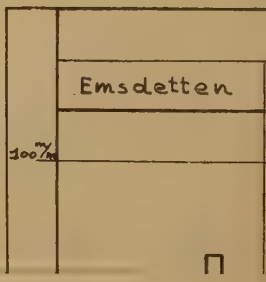

1.0m
1.5m
2.0m
Novemb.
Dezemb.
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
Septemb.
Oktober
Novemb.
Dezemb.
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
Septemb.
Oktober
Novemb.
Dezemb.
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
Septemb.
Oktober
Novemb.
1923
1924
1925


Jährlicher Gang der Lufttemperatur in Münster:
+15°
+10°

Die wöchentlichen Grundwasserspiegelstände im Beobachtu







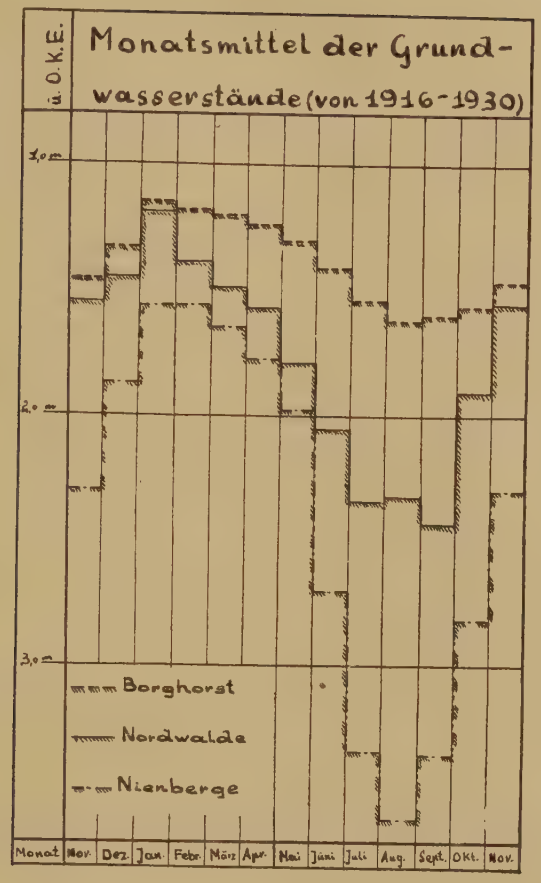


Abb. 11.

Das Auftreten der Grundwasserstandsminima von 1923 – 1937

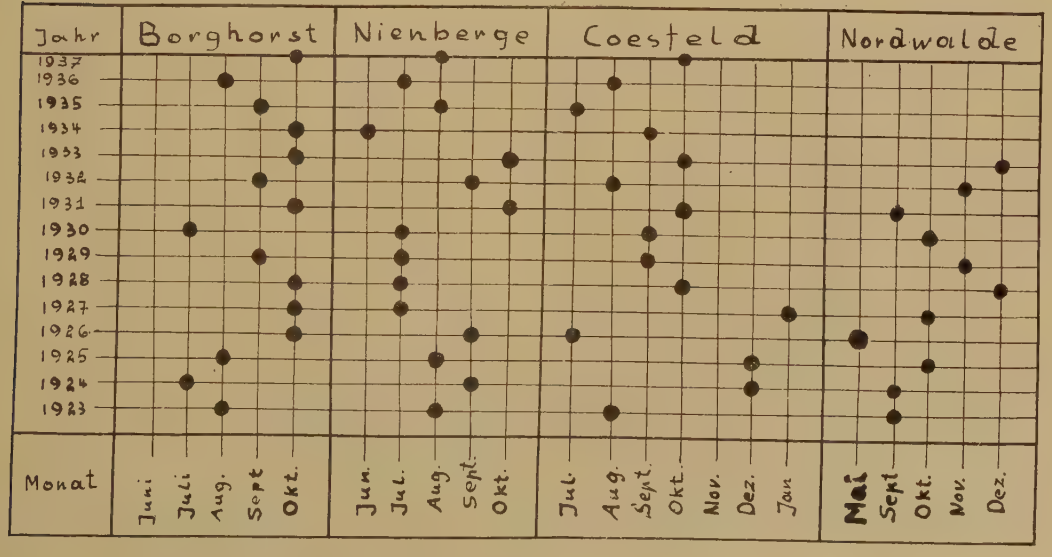
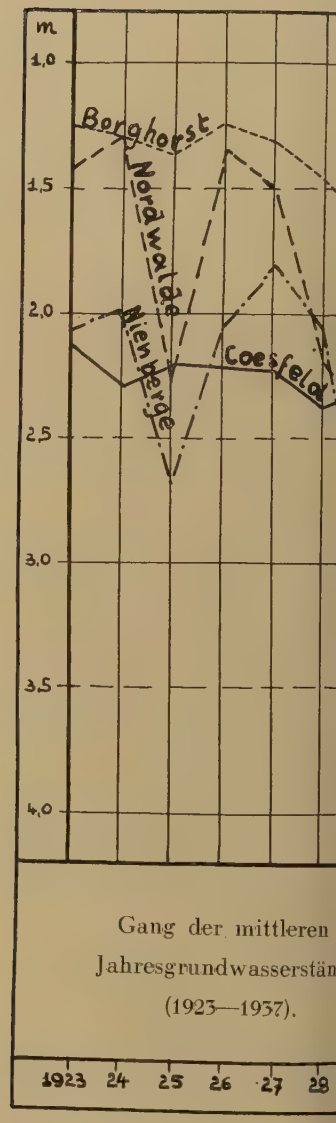
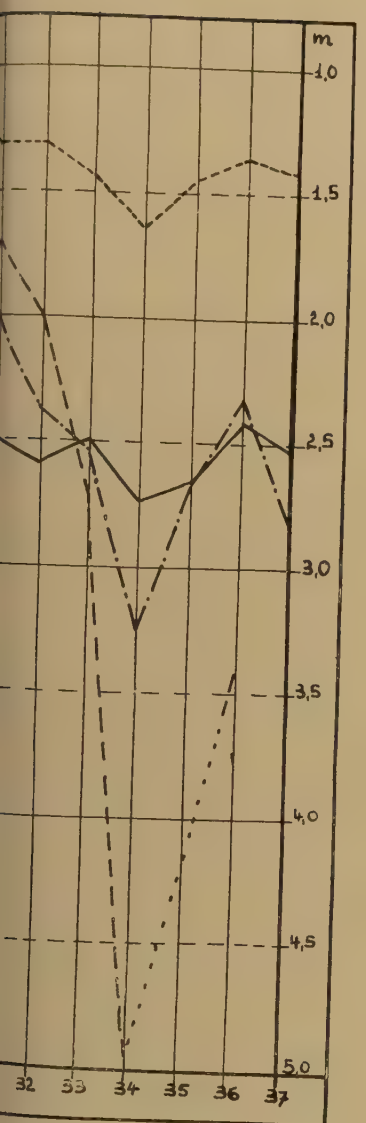
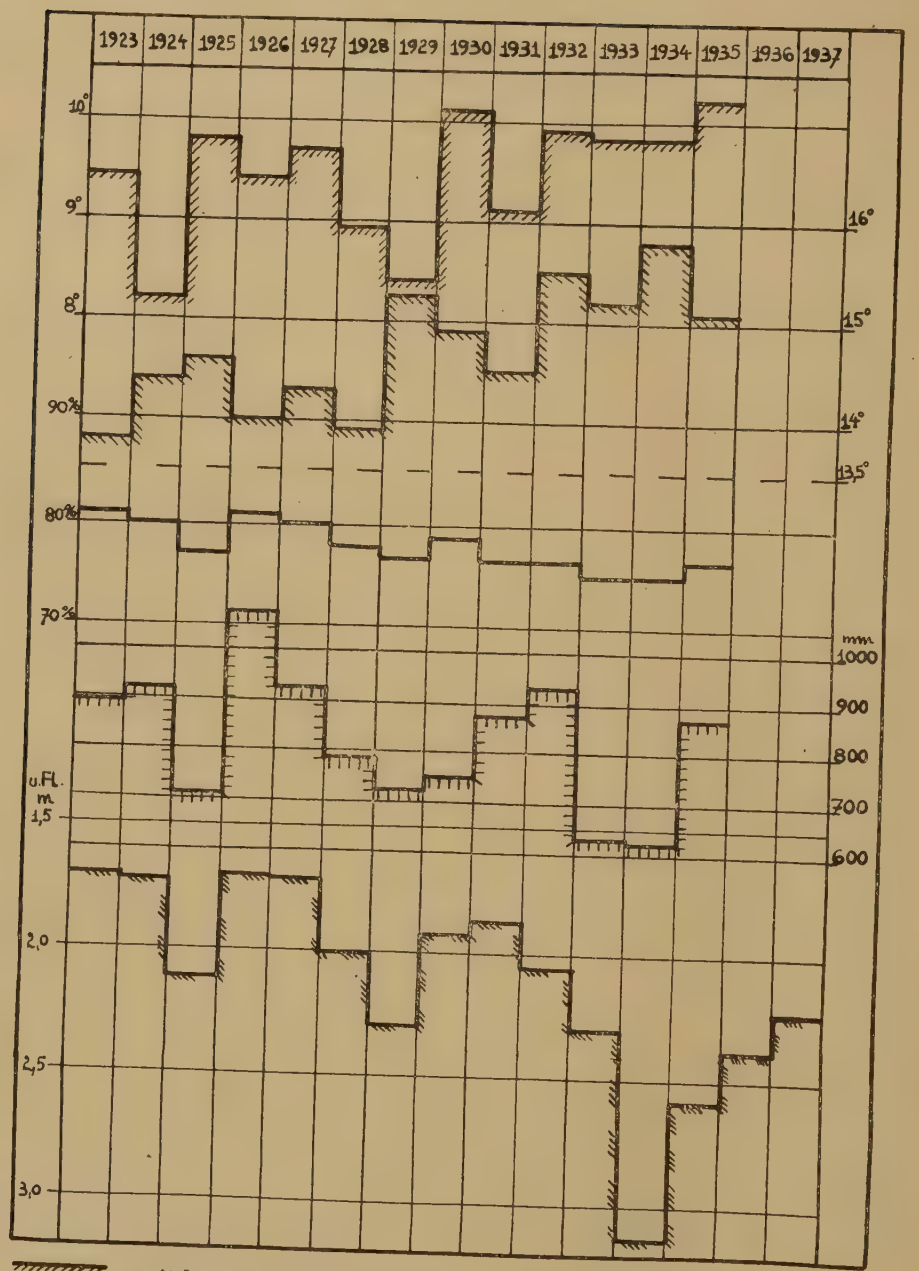


Abb. 12



Gang der mittleren
Jahresgrundwasserstän
(1923—1937).





mittlere Jahrestemperatur
mittlere Sommertemperatur
mittlere jährl. relative Feuchtigkeit
mittlere jährl. Niederschlagshöhen
mittlere jährl. Grundwasserstände.

} von Münster

Abb. 14

Gang der mittleren Sommer- und Wintertemperaturen (1922—1937) in Münster.

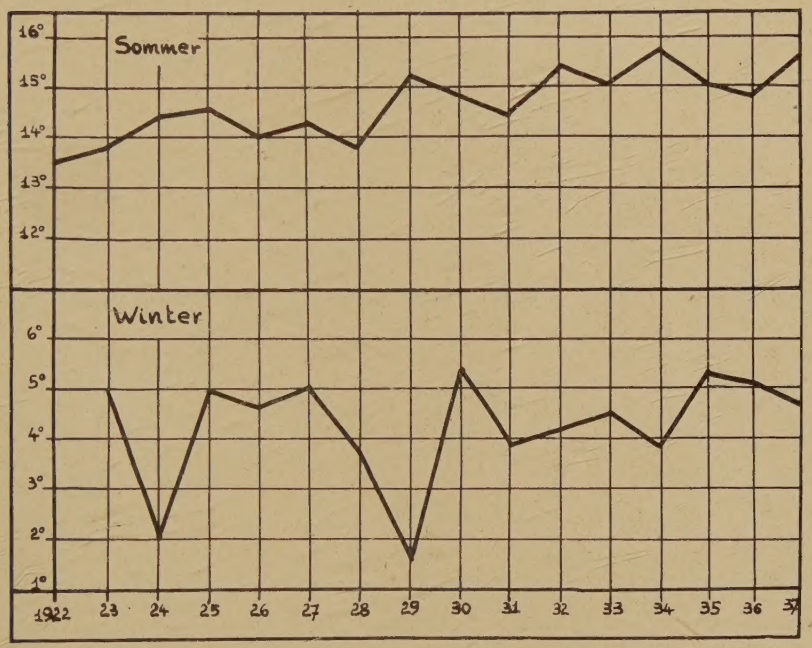
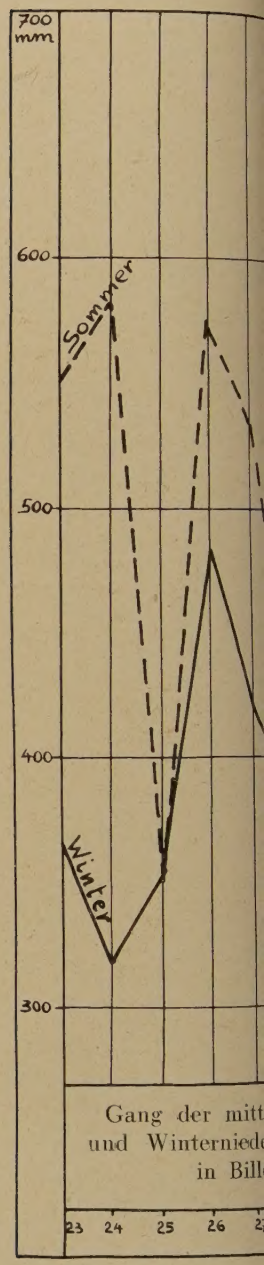
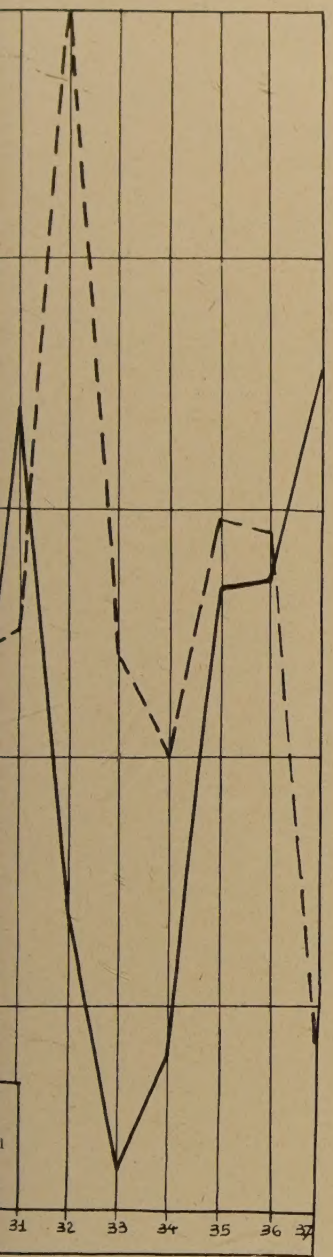


Abb. 15



Gang der mitt
und Winterniede
in Bill


31
32
33
34
35
36
37

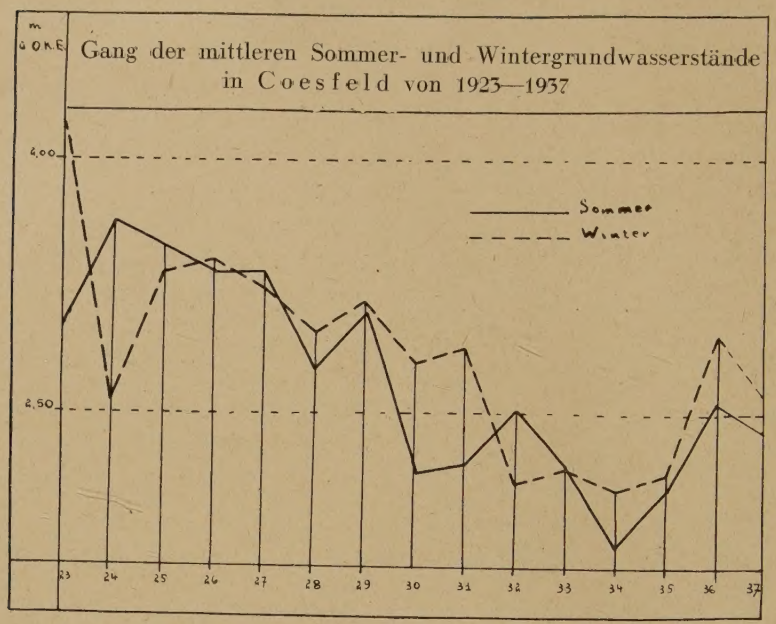

m
ü.NN
Gang der mittleren Sommer- und Wintergrundwasserstände
in Coesfeld von 1923—1937
4,00
2,50
Sommer
Winter
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

Abb. 17.

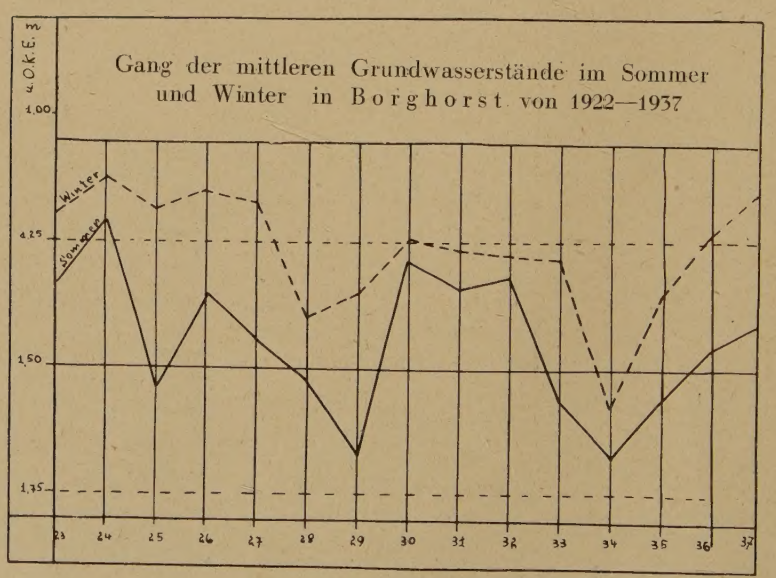

m ü.N.N.
Gang der mittleren Grundwasserstände im Sommer
und Winter in Borghorst von 1922—1937
1,00
4,25
1,50
1,75
Winter
Sommer
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

Abb. 18.

Lebenslauf.

Ich Hans Schneider wurde am 17. Juni 1914 als Sohn des Friseurs August Schneider und seiner Ehefrau Luise geb. Werning in Bielefeld-Schildesche geboren. Ich besuchte von Ostern 1921 bis 1928 die Volksschule zu Bielefeld-Schildesche. April 1928 trat ich in die städtische Aufbauschule zu Bielefeld ein, an der ich Ostern 1934 die Reifeprüfung bestand.

Im W.-S. 1934 begann ich an der Universität zu München mein Studium und wechselte im S.-S. 1936 nach der Universität Münster über, an der ich am 31. Oktober 1938 die mündliche Doktorprüfung bestand. Die vorliegende Dissertation ist aus einer Preisarbeit der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Münster mit ähnlicher Fragestellung hervorgegangen, die mit einem Preise ausgezeichnet wurde.

Ich studierte die Fächer: Geologie, Mineralogie, Physik, Mathematik und Geographie und hörte Vorlesungen bei folgenden Professoren: Prof. Schuh, Prof. Wehrli, Prof. Broili, Prof. Ernst, Prof. Gerlach, Prof. Sommerfeld, Prof. Tietze, Prof. Neder, Prof. Fels, Prof. Dörries und Prof. Niemeier.